INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Fabricio Machado da Silva

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Introdução à inteligência artificial

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Reconhecer o conceito de inteligência artificial e sua história.
- Analisar os tipos de inteligência artificial.
- Identificar a importância da distribuição, frequência e média para a inteligência artificial.

Introdução

O termo inteligência artificial representa um *software* diferente dos demais, pois é inteligente e visa fazer os computadores realizarem funções que eram exclusivamente dos seres humanos, por exemplo, praticar a linguagem escrita ou falada, aprender, reconhecer expressões faciais, etc. Seu campo tem um longo histórico e muitos avanços, como o reconhecimento de caracteres ópticos, que atualmente são considerados de rotina.

Neste capítulo, você estudará a origem e o conceito de inteligência artificial, seus tipos ou suas classificações de sistemas inteligentes e a importância dos métodos estatísticos utilizados pelos sistemas desse *software*.

Origem da inteligência artificial

A inteligência artificial está cada vez mais presente no dia a dia, mas essa tecnologia é mais antiga do que você pensa e começou a ser desenvolvida ainda na década de 1950, com o *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* (Projeto de Pesquisas de Verão em Inteligência Artificial de Dartmouth) no Dartmouth College, em Hanover, New Hampshire, Estados Unidos.

Contudo, seu objeto de estudo continua não sendo muito claro, no sentido em que o ser humano ainda não possui uma definição suficientemente satisfatória de inteligência e, para compreender seus processos e a representação do conhecimento, deve dominar os conceitos de inteligência humana e conhecimento.

Com o decorrer do tempo, surgiram várias linhas de estudo da inteligência artificial, como a biológica, que estudava o desenvolvimento de conceitos que pretendiam imitar as redes neurais humanas. Já durante os anos de 1960, essa ciência recebeu o nome de inteligência artificial, e seus pesquisadores pensavam ser possível que máquinas realizassem tarefas humanas complexas, como raciocinar. Depois de um período, na década de 1980, esse estudo sobre redes neurais volta e, nos anos de 1990, ele tem um grande impulso, consolidando-o verdadeiramente como a base das análises de inteligência artificial.

Assim sendo, a inteligência artificial foi desenvolvida para que os dispositivos criados pelo ser humano pudessem desempenhar determinadas funções sem a interferência humana, mas quais são elas? A cada dia que passa, a resposta fica maior e pode ser entendida por meio de alguns exemplos de suas aplicações.

O sistema de inteligência artificial não é capaz apenas de armazenar e manipular dados, como também adquirir, representar e manipular conhecimento. A manipulação inclui a capacidade de deduzir ou inferir novos conhecimentos ou relações sobre fatos e conceitos a partir do conhecimento já existente e utilizar métodos de representação e manipulação para resolver problemas complexos que são frequentemente não quantitativos por natureza.

Uma das ideias mais úteis que emergiram das pesquisas é que fatos e regras (conhecimento declarativo) podem ser representados separadamente dos algoritmos de decisão (conhecimento procedimental), tendo um efeito profundo tanto na forma com que os cientistas abordavam os problemas como nas técnicas de engenharia para produzir os sistemas inteligentes. Ao adotar um procedimento particular ou a máquina de inferência, o desenvolvimento de um sistema de inteligência artificial é reduzido à obtenção e codificação de regras e fatos que sejam suficientes para determinado domínio do problema, cujo processo é chamado de engenharia do conhecimento.

Portanto, as principais questões a serem contornadas pelo projetista do sistema de inteligência artificial são aquisição, representação e manipulação

de conhecimento e, geralmente, uma estratégia de controle ou a máquina de inferência que determina os itens de conhecimento acessados, as deduções feitas e a ordem dos passos usados. Na Figura 1, você pode ver tais questões e a inter-relação entre os componentes de um sistema clássico de inteligência artificial.

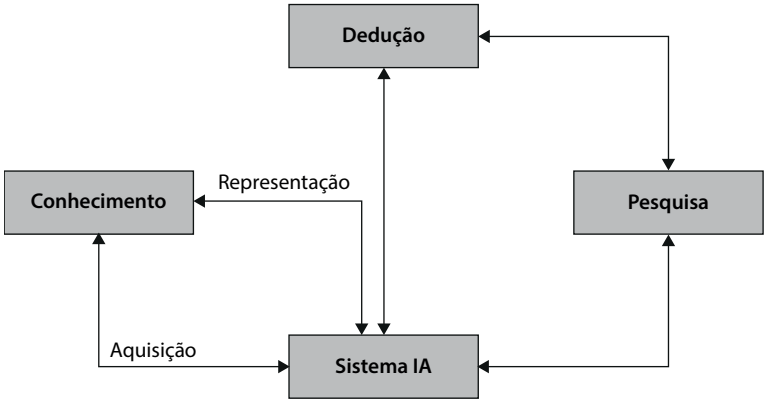


Figura 1. Visão conceitual dos sistemas de inteligência artificial.
Fonte: Adaptada de Schutzer (1987).

Exemplos de aplicação da inteligência artificial

O setor de atendimento ao consumidor é um dos mais beneficiados pela inteligência artificial, porque a eficiência do *chatbot* (robô atendente) assegura que todo usuário seja devidamente atendido, solucionando sua dúvida de maneira imediata ou redirecionando-o à área competente. Porém, como o *chatbot* funciona na prática? Quando o cliente acessa ao site da empresa e deseja tirar dúvidas ou falar com o representante, há um robô de prontidão para respondê-lo por meio do chat, assim, ao mesmo tempo em que isso agiliza o processo, por ocorrer imediatamente, ainda valoriza o tempo dos empregados que prestam o atendimento inicial, permitindo que eles se dediquem a outros processos internos.

Link

Acesse o link a seguir para ver um exemplo de aplicação da inteligência artificial, como a plataforma digital que pretende solucionar problemas relacionados aos planos de saúde em até três horas; o uso dessa tecnologia na medicina, por exemplo, no tratamento de doenças; e o primeiro hospital da América Latina a usá-la contra o câncer.

https://qrgo.page.link/6QoR

A chegada das *Fintechs* no mercado financeiro, antes dominado por tradicionais instituições bancárias, também expandiu as possibilidades do consumidor com inovações incríveis, as quais costumam envolver o uso de inteligência artificial.

Quanto à inteligência artificial moderna, oriunda dos anos de 1950 com Alan Turing (criptoanalista), passando por Noam Chomsky (linguista) até HAL 9000 e Watson, desenvolveu-se duas perspectivas que se tornaram conhecidas como inteligência artificial forte e fraca.

Fique atento

A inteligência artificial é definida como o estudo dos sistemas que agem de um modo que, a um observador qualquer, pareçam ser inteligentes.

Categorizações da inteligência artificial

As categorizações da inteligência artificial auxiliam a compreender seu grau de desenvolvimento, que vai desde o mais restrito e específico até a superinteligência. Assim, de forma geral, qualquer produto dessa ciência pode ser classificado em três categorias.

Inteligência artificial fraca

A inteligência artificial fraca é uma corrente de pesquisa e desenvolvimento que defende que nunca será possível construir máquinas inteligentes no real sentido da palavra, pois, para ela, a inteligência demanda consciência e autopercepção, habilidades impossíveis de serem recriadas. Tudo que se pode fazer envolve imitar comportamentos inteligentes e emoções, bem como resolver problemas, mas nunca a consciência, considerando que isso se resume a um conjunto de cálculos.

Inteligência artificial forte

Já o grupo da inteligência artificial forte acredita que um dia será possível recriar máquinas capazes de pensar, criar e exibir comportamento inteligente nos moldes humanos, a partir da criação de algoritmos cognitivos que possam executar em computadores. Assim, essas duas correntes são de caráter filosófico e servem para refletir sobre os limites da tecnologia.

Superinteligência

O termo superinteligência, por sua vez, foi definido pelo filósofo sueco Nick Bostrom como "um intelecto que é muito mais inteligente do que o melhor cérebro humano em praticamente todas as áreas, incluindo criatividade científica, conhecimentos gerais e habilidades sociais" (BOSTROM, 2003, p. 12–17). Assim, a artificial abrange possibilidades que variam desde o computador um pouco mais inteligente do que um ser humano até aquele milhões de vezes mais inteligente do que uma pessoa em todas as capacidades intelectuais.

Nesse tipo hipotético de inteligência artificial, concentram-se hoje as principais discussões, pois é dessa área que vêm as promessas mais promissoras e assustadoras para o futuro da humanidade: a imortalidade ou a extinção dos seres humanos.

Saiba mais

Há relatos de que a inteligência artificial será responsável por milhares de pessoas perderem o emprego e, embora isso acontecerá de fato, não precisa ser visto de uma forma tão pessimista. Certamente, surgirão oportunidades de novas aplicações, mas com aprendizado constante.

Importância da análise estatística de dados

A estatística pode ser explicada como um ramo da ciência que busca modelar a incerteza e a aleatoriedade para inferir conclusões para a estimativa de fenômenos futuros, funcionando por meio da coleta, análise e interpretação de dados. Em suma, ela é uma ferramenta para interpretar esses dados.

Aliada à inteligência artificial, decorrente do avanço científico em campos como *machine learning* (o aprendizado de máquinas que substitui a codificação algorítmica por seres humanos) e *deep learning* (o campo de codificação algorítmica com uso das técnicas de redes neurais artificiais, que imitam o cérebro), a estatística é uma área de apoio para atravessar a Era *Big Data* e enfrentar todos os inerentes desafios e oportunidades, como na Indústria 4.0 e na *Internet of Things* (IoT). Na Figura 2, você pode conferir uma representação dos campos da inteligência artificial.

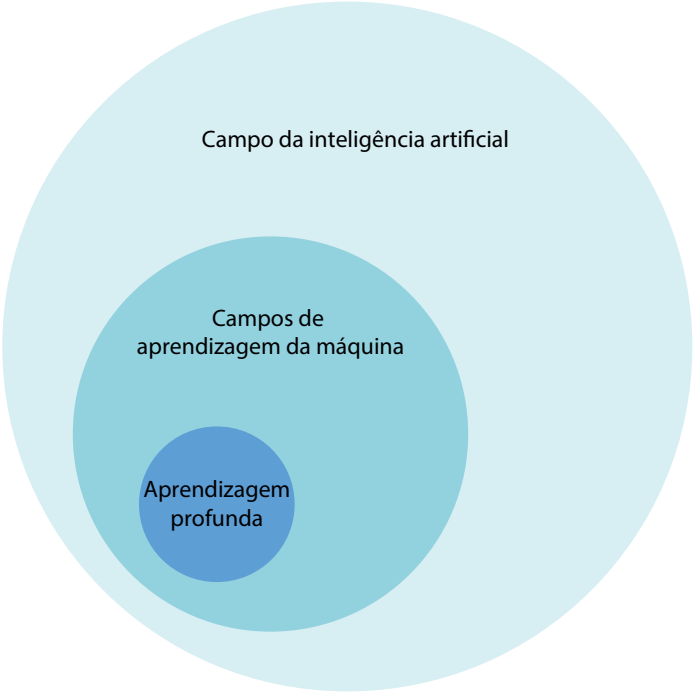


Figura 2. Campos da inteligência artificial.

Fonte: Adaptada de Crawford (2016, documento *on-line*).

Ao abordar uma problemática envolvendo métodos estatísticos, estes devem ser utilizados antes de se recolher a amostra, planejando a experiência que permitirá essa coleta de dados a fim de, posteriormente, extrair o máximo de informação relevante para o problema e a população da qual eles provêm. Quando você tiver esses dados, precisa agrupá-los e reduzi-los sob forma de amostra, evitando a aleatoriedade.

Já o objetivo do estudo estatístico inclui estimar uma quantidade ou testar uma hipótese, utilizando as técnicas convenientes, as quais realçam toda a potencialidade da estatística, na medida em que permitem tirar conclusões sobre uma população e baseiam-se em uma pequena amostra, propiciando uma medida do erro cometido.

Distribuição de frequências

Na análise de dados, é comum conferir certa ordem aos números e torná-los visualmente mais amigáveis. Assim, o procedimento mais frequente é sua divisão por classes ou categorias, verificando-se o número de indivíduos pertencentes a cada uma.

A distribuição de frequências compreende a organização dos dados de acordo com as ocorrências dos diferentes resultados para cada variável. Essas informações podem ser resumidas e visualizadas por meio de tabelas e gráficos.

Essa distribuição dos dados pode ser feita de dois modos: relativo ou acumulado. A frequência relativa é a apresentação da frequência de valores que aparecem em cada uma das faixas, dividida pela frequência total de valores de um conjunto, geralmente, expressa em porcentagem e sendo representada pela seguinte fórmula:

$$Frequência\ relativa\ (faixa) = \frac{(frequência\ da\ faixa)}{(frequência\ total)} * 100$$

O modo acumulado, por sua vez, é a apresentação das frequências acumuladas que aparecem em cada uma das faixas, dividida pela frequência total de valores de um conjunto. Assim, uma simples análise da distribuição de frequências tem muito valor.

Quando se começa a descrever os dados e a explorá-los, compreende-se um pouco mais a população da qual eles foram extraídos. Esse tipo de análise pode ser caracterizado como exploratório ou uma tentativa de captar a essência das informações contidas nesses dados, por meio da construção de tabelas e

gráficos. Em termos mais técnicos, uma análise exploratória consiste na busca de um padrão ou modelo que possa orientar em estudos posteriores.

No Quadro 1, você pode ver uma distribuição de frequências e sua análise.

Quadro 1. Exemplo de distribuição de frequências

Intervalos de classe	Frequências
0 | – 10	47
10 | – 20	29
20 | – 30	13
30 | – 40	7
40 | – 50	3
Acima de 50	1

Média aritmética

A média é entendida como o ponto de equilibração entre os dados de uma distribuição, considerando os desvios dos valores. Já a média aritmética seria o valor que equilibra os dados — como o ponteiro de uma balança — e equivaleria ao ponto central da massa de um conjunto deles (NOVAES; COUTINHO, 2009). Os estudos anteriores sobre média apontam diferentes aspectos conceituais que precisariam ser abordados na escola, por exemplo, Strauss e Bichler (1988) investigaram essa compreensão entre 80 estudantes com 8 a 12 anos, em Israel, e elencaram sete propriedades que deveriam ser ensinadas para se ter o domínio do conceito de média.

No Quadro 2, você pode ver as propriedades da média segundo Strauss e Bichler (1988).

Quadro 2. Propriedades da média

Propriedades (P)	Significado
P1	A média está localizada entre os valores extremos.
P2	A soma dos desvios a partir da média é zero.
P3	A média é influenciada por cada um e por todos os valores.
P4	A média não coincide necessariamente com um dos valores do banco de dados que a compõe.
P5	A média pode ser um número que não tem correspondente na realidade física.
P6	O cálculo da média considera todos os valores, inclusive os nulos e os negativos.
P7	A média é um valor representativo do banco de dados a partir dos quais ela foi calculada.

Fonte: Adaptado de Strauss e Bichler (1988).

Exemplo

A *DeepMind Health* faz parte do Google e trabalha com o University College London Hospitals para desenvolver algoritmos de aprendizado de máquinas que detectam diferenças em tecidos saudáveis e cancerosos a fim de melhorar os tratamentos de radioterapia. A pesquisa usa uma técnica chamada de *deep learning*.

Referências

CRAWFORD, C. An Introduction to Deep Learning. *Algorithmia — AI in Every Application*, Seattle, 4 Nov. 2016. Disponível em: https://blog.algorithmia.com/introduction-to-deep-learning/. Acesso em: 27 abr. 2019.

NOVAES, D. V.; COUTINHO, C. Q. S. *Estatística para a educação profissional*. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.

SCHUTZER, D. *Artificial intelligence*: na applications-oriented approach. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987. 294 p.

STRAUSS, S.; BICHLER, E. The development of children's concepts of the arithmetic average. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston, v. 19, n. 1, p. 64–80, Jan. 1988.

Leituras recomendadas

GONZALO, L. M. *Inteligencia humana e inteligencia artificial*. Madrid: Palabra, 1987. 167 p.

GROOVER, M. P. *et al*. *Robótica*: tecnologia e programação. São Paulo: McGraw-Hill, 1989. 401 p.

MORETTIN, L. G. *Estatística básica*: probabilidade e inferência. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 375 p.

NAVIDI, W. *Probabilidade e estatística para ciências exatas*. Porto Alegre: AMGH; Bookman, 2012. 616 p.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Contexto organizacional e a gestão do conhecimento

Cynthia da Silva Barbosa

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Conceituar sociedade do conhecimento nas organizações.
- Diferenciar os conceitos de dado, informação e conhecimento.
- Analisar como o conhecimento é criado nas organizações.

Introdução

A sociedade do conhecimento tem quebrado os paradigmas das organizações e mudado sua forma de pensar. O foco agora recai no conhecimento baseado nas experiências e nos valores das pessoas, além do conhecimento representado por palavras, números ou sons. Diante dessa mudança, um desafio é realizar a gestão do conhecimento, que tem por objetivo criar, difundir e incorporar o conhecimento aos negócios da organização.

Neste capítulo, você vai estudar a sociedade do conhecimento nas organizações, vai compreender as diferenças entre os conceitos de dado, informação e conhecimento e vai aprender a analisar como o conhecimento é criado nas organizações.

Sociedade do conhecimento nas organizações

A sociedade da informação, ou sociedade do conhecimento, idealizada há certo tempo, está surgindo como tendência real. As organizações estão desenvolvendo uma linha de raciocínio que preconiza que é melhor investir recursos financeiros para desenvolver os ativos que geram conhecimento do que investir em ativos materiais. Além disso, as organizações perceberam que ter um ambiente de conhecimento não pode mais ser visto como uma ameaça, e sim como uma oportunidade de ser competitivo no mercado. Dessa forma, a organização que opera suas atividades em um ambiente de conhecimento desenvolve uma dinâmica exclusiva e, consequentemente, novas oportunidades estratégicas (PROBST; RAUB; ROMHARDT, 2007).

Um exemplo disso é o Banco do Brasil, que identificou que seus funcionários disseminavam conhecimento durante o intervalo do café. A partir desse *insight*, a entidade organizou treinamentos para promover a troca de experiências e conhecimentos entre os funcionários, divulgando as conclusões aos demais colaboradores. Além disso, as boas práticas selecionadas poderiam ser implementadas pelas agências do banco por todo o país (SITEWARE, 2019)

O significado de **organização** pode ser usado no contexto institucional ou instrumental. No contexto institucional, a acepção do termo está relacionada a um grupo de pessoas que trabalham para atingir metas pré-estabelecidas. No contexto instrumental, o conceito está relacionado à forma como processos, tarefas e procedimentos são distribuídos entre os setores da empresa, como financeiro, administrativo, recursos humanos, entre outros (AUDY; ANDRADE; CIDRAL, 2007).

As organizações, precisam estar adaptadas à nova realidade da sociedade do conhecimento, para aprimorar a capacidade de aprendizagem e alcançar suas metas. Para isso, foram estabelecidas cinco técnicas de aprendizagem organizacional (SENGE, 1990):

- domínio pessoal — consiste no aperfeiçoamento pessoal em relação a análise, capacidade e habilidades de cada pessoa e a busca constante pelo crescimento pessoal;
- modelos mentais — consiste nos hábitos, crenças e conhecimentos adquiridos em relação à percepção dos acontecimentos ao seu redor;

- visão compartilhada — consiste no desenvolvimento dos princípios e da forma de analisar coletiva e compartilhadamente os demais integrantes da organização;
- aprendizagem em grupo — consiste em criar uma opinião conjunta, de forma que exista uma comunicação livre entre todos os integrantes da organização, uma vez que a aprendizagem individual não garante a descoberta de diferentes percepções;
- pensamento sistêmico — é a base da organização e também um desafio, uma vez que integra as demais disciplinas e realiza a junção entre teoria e prática, contribuindo para que a organização se torne competitiva.

Segundo Senge (1990), uma organização que consegue ter uma visão focada não apenas na sua estrutura e nos seus processos, mas em tudo que ocorre ao redor e está interligado com o mundo, é conhecida como organização inteligente, que consegue aprender continuamente e expandir o seu futuro. Um exemplo é o Facebook. Os funcionários do Facebook são um ativo corporativo de alto valor, uma vez que os integrantes das equipes têm a liberdade de interagir dando ideias e trazendo novas experiencias. Outra característica do Facebook é que os novos funcionários, em vez de receber treinamento sobre a organização, são inseridos em um time e vivenciam projetos reais, ampliando suas habilidades individuais e coletivas. Já os funcionários que trabalham há mais de um ano em um projeto podem escolher as equipes de trabalho que passarão a integrar (SULLIVAN, 2013).

Diante da globalização do mercado, dos avanços tecnológicos e da internet, diferentes formas de concorrência fizeram com que as organizações passassem por mudanças aceleradas e contínuas para continuarem ativas no mercado. É nesse contexto que a gestão do conhecimento atua para garantir rápidas alterações no ambiente interno das organizações (NONAKA; TAKEUCHI, 2008).

A gestão de conhecimento (*knowledge management*) possui diversas definições. Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), consiste em gerar constantes mudanças no interior da organização e nos processos de criação continua de novos conhecimentos, difundindo-os pela organização e incorporando-os em novos produtos, serviços, sistemas e tecnologias. Para Valentim *et al*. (2002), a gestão do conhecimento pode ser definida como o conjunto de técnicas que criam, compartilham e utilizam o conhecimento, além de definir processos que garantem o acesso à informação auxiliando na resolução de problemas e na tomada de decisão.

A gestão do conhecimento possui seis importantes processos (ROBST; RAUB; ROMHARDT, 2007):

- identificação do conhecimento — consiste em descrever e analisar o ambiente da organização garantindo a transparência interna e externa do conhecimento para todos;
- aquisição do conhecimento — consiste em definir por meio de quais fontes externas o conhecimento será adquirido, como fornecedores, clientes, dentre outros;
- desenvolvimento do conhecimento — consiste em desenvolver novas ideias, habilidades e processos mais eficientes que não existem na organização, como em pesquisas de uma nova vacina ou de um novo produto;
- compartilhamento e distribuição do conhecimento — refere-se à transformação de uma importante informação ou uma vivência individual em um benefício para todos na organização, como a divulgação ampla de resultados;
- utilização do conhecimento — consiste em garantir que o conhecimento da organização seja devidamente utilizado, como uma licença de *software*;
- retenção do conhecimento — consiste em estruturar o conhecimento para que seja armazenado corretamente para uso futuro, como em um *data warehouse* (repositório de dados).

Segundo Terra (2000), a gestão do conhecimento pode ser aplicada a organizações de diferentes segmentos e portes, mas para ser efetiva é preciso desenvolver metodologias capazes de aperfeiçoar o intelecto das pessoas que atuam na organização, quebrando paradigmas e possíveis resistências ao processo de transformação.

O nome gestão do conhecimento está ligado em grande parte à ciência da computação, especialmente a inteligência artificial, uma vez que nessa área é possível criar sistemas capazes de estruturar informações a partir de um conjunto de dados (BARBOSA; PAIM, 2003).

O Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) é um exemplo de gestão do conhecimento implantada com êxito no mapeamento dos conhecimentos organizacionais. Nesse âmbito, foi criada a Árvore de Conhecimento do Serpro, em que os dados foram estruturados e armazenados em bases de dados de todo o processo organizacional sobre produtos, serviços e o

relacionamento com os clientes. Dessa forma, o conhecimento que antes estava centralizado em um pessoa passa a ser disseminado por toda a organização. Outro exemplo é a Petrobras, que utiliza uma base de dados para armazenar informações das plataformas petrolíferas para melhorar o processo, reduzir erros e consequentemente disseminar experiências, soluções criativas e lições aprendidas para os demais funcionários da organização (SITEWARE, 2019).

Não é de hoje que a tecnologia da informação (TI) afeta diretamente as estratégias de negócios das organizações do conhecimento. Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), existem três razões que tornam a TI fundamental para a gestão do conhecimento em uma organização:

- contém informação digital a um custo menor e garante a agilidade nos processos;
- auxilia na obtenção e sustentação da vantagem competitiva;
- pode ser uma força impulsionadora das fontes de vantagens de uma organização.

Já os sistemas de informação disponibilizam para as empresas as informações necessárias para que desempenhem suas atividades em um determinado ambiente, fornecendo suporte a estratégias competitivas, suporte à tomada de decisão e suporte ao controle e integração dos processos de negócios (AUDY; ANDRADE; CIDRAL, 2007).

Fique atento

Para solucionar problemas que requerem conhecimento especializado e humano, são utilizados os Sistemas Baseados em Conhecimento (SBC). Um SBC é um *software* que manipula o conhecimento usando uma base de dados, além de empregar o raciocínio para chegar à conclusão de um problema.

Dado, informação e conhecimento

A gestão do conhecimento está diretamente relacionada com o conceito de dado, informação e conhecimento. A seguir serão apresentadas as definições desses conceitos e a diferença entre eles, para uma melhor compreensão de como atuam na gestão do conhecimento.

Dado

O conceito de dado refere-se a uma informação não tratada, sendo representado por valores exatos. Além disso, os dados de forma isolada não são relevantes e não possuem um significado, mas são a base para que uma informação seja criada (DAVENPORT; PRUSAK, 2003).

Segundo Audy, Andrade e Cidral (2007), o conceito de dado pode ser definido como um texto ou número bruto, como a descrição ou o código de um produto, a data de aniversário de uma pessoa, a placa de um carro, dentre outros. Para exemplificar a importância dos dados para um determinado processo, considere o contexto de um preparador físico de uma equipe universitária de futebol feminino apresentado por Sharda, Delen e Turban (2019). O preparador é o responsável por auxiliar as jogadoras a evitar lesões e orientar quanto à carga de treinamento correta para a equipe técnica. Durante o treinamento as jogadoras utilizam coletes com sensores capazes de monitorar sua frequência cardíaca e respiratória, sua temperatura corporal, a distância percorrida, velocidade, etc. A análise desses dados permite elaborar relatórios que orientam a tomada de decisão para a escalação ou não de uma jogadora para uma partida, por exemplo.

Assim, os sistemas computadorizados e o avanço em *hardware* e *software* contribuem para a análise de dados e tomada de decisão. Nesse aspecto, podem ser citados os seguintes sistemas de informação (SHARDA; DELEN; TURBAN, 2019):

- Comunicação e colaboração em grupo — decisões podem ser tomadas em grupo em tempo real, independentemente da localização geográfica de cada membro, utilizando ferramentas colaborativas como *chats* e videoconferências.
- Avanço no gerenciamento de dados — os dados podem ser armazenados, pesquisados e transmitidos de forma segura e rápida, independentemente de onde se encontrem.
- Gerenciamento de *data warehouses* e *big data* — *data warehouse* é um repositório de dados digitais e *big data* refere-se à profusão de dados produzidos diariamente. O gerenciamento de *data warehouses* e *big data* permite que as organizações tenham um desempenho diferenciado, uma vez que é possível manipular esses dados de diferentes formas.
- Suporte analítico — ferramentas que permitem simular diferentes cenários e analisar o impacto dos dados em cada um deles.

Informação

A informação pode ser definida como um conjunto de dados organizados que foram transformados, gerando um conteúdo que pode ser utilizado para determinado fim. Para que a informação seja gerada, é preciso utilizar o conhecimento para definir, organizar e manipular os dados (AUDY; ANDRADE; CIDRAL, 2007). Para exemplificar, voltemos ao contexto do preparador físico da equipe universitária de futebol feminino apresentado na seção anterior. Durante os treinos, são coletados junto às jogadoras dados de frequência cardíaca e respiratória, temperatura corporal, distância percorrida, a velocidade, dentre outros.

A informação adiciona um valor ao dado e, nesse caso, é preparado um relatório de evolução das jogadoras durante o treino, incluindo relações entre velocidade, distância percorrida e cansaço físico medido pelos batimentos cardíacos. Isso dará à comissão técnica condições de aprimorar treinamentos nas áreas em que as jogadoras estão mais deficitárias. A Figura 1 apresenta as principais informações geradas pelos dados fornecidos. A jogadora A, por exemplo, apresenta velocidade mediana, força considerável na perna direita e 89 batimentos cardíacos por minuto. Já a jogadora B possui uma velocidade considerável, força total na perna esquerda e 98 batimentos cardíacos por minuto. Caso a equipe técnica precise de alguém para bater um pênalti ou cobrar uma falta a uma distância maior do gol, a jogadora B seria escalada.

Figura 1. Transformação de dados em informação: equipe universitária de futebol feminino — análise de desempenho detalhada.

A informação possui características que definem sua importância para um determinado processo ou para uma organização (AUDY; ANDRADE; CIDRAL, 2007):

- precisa, ou seja, sem erros;
- completa, contendo os principais dados de um processo;

- flexível, podendo ser utilizada de formas diferentes em processos distintos;
- confiável, garantindo fontes seguras;
- veloz, chegando no momento certo;
- verificável, permitindo a certificação das informações disponibilizadas;
- acessível, permitindo que pessoas autorizadas tenham acesso a qualquer momento;
- segura, garantindo que somente pessoas autorizadas tenham acesso.

Conhecimento

O conhecimento pode ser definido como a capacidade de ação e a compreensão imediata das pessoas sobre um determinado assunto em um contexto. O conhecimento envolve analisar, sintetizar, refletir e contextualizar informações (ALVARENGA NETO, 2008).

Segundo Gonzalez e Martins (2017), o conhecimento é um fluxo formado por dados, informação, ação/reflexão e sabedoria, conforme apresentado na Figura 2. Na base da pirâmide, estão os dados. A partir da observação, o processo de aprendizagem é iniciado, gerando uma autoavaliação e reflexões das pessoas, adquirindo experiência e, por sua vez, sabedoria, compondo o conhecimento particular. Em paralelo, o fluxo dos dados que são manipulados dentro de um determinado contexto em uma organização também é iniciado, em que os dados são representados, manipulados e codificados, resultando na prática de uma atividade específica.

Figura 2. Etapas da gestão do conhecimento.
Fonte: Gonzalez e Martins (2017, p. 251).

O conhecimento é subdividido em conhecimento explícito e tácito (NONAKA; TAKEUCHI, 2008). O conhecimento explícito pode ser representado por palavras, números ou sons, e essas informações são disponibilizadas por meio de dados, fórmulas, recursos visuais e sonoros, dentre outros, transmitidos formalmente e de forma sistemática. Já o conhecimento tácito está diretamente ligado às ações, à experiência e aos valores das pessoas (Quadro 1). O conhecimento tácito possui duas dimensões, a técnica e a cognitiva. A dimensão técnica compreende as experiências adquiridas por uma pessoa ao longo dos anos. Já a dimensão cognitiva compreende crenças, valores, emoções e ideais.

Quadro 1. Principais diferenças entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito

Conhecimento explícito	Conhecimento tácito
Objetivo	Subjetivo
Teórico	Prático
Ativo organizacional	Ativo individual
Difícil de ser compartilhado e transmitido	Fácil de organizar, transmitir e compartilhar

Fonte: Adaptado de Nonaka e Takeuchi (2008).

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), uma vez que haja interação entre o conhecimento tácito e o explícito, existem quatro modos de conversão do conhecimento:

- Conhecimento tácito para conhecimento tácito — também conhecida como socialização, esta fase refere-se à capacidade das pessoas adquirirem conhecimento tácito de outras pessoas sem o uso da linguagem, mas por meio da observação, da imitação e da prática.
- Conhecimento tácito para conhecimento explícito — também conhecida como externalização, esta fase refere-se ao conhecimento na forma de metáforas, analogias, conceitos, hipóteses ou modelos por meio da reflexão e interação entre colegas de uma equipe.
- Conhecimento explícito para conhecimento explícito — também conhecida como combinação, esta fase refere-se à troca ou combinação de documentos, reuniões, conversas telefônicas ou redes sociais, por exemplo, produzindo novos conhecimentos.

- Conhecimento explícito para conhecimento tático — também conhecida como internalização, esta fase refere-se a "aprender fazendo"; ou seja, quando o conhecimento explícito é compartilhado na organização, as pessoas começam a utilizá-lo e a internalizá-lo, aperfeiçoando o próprio conhecimento tácito.

O conhecimento é um ativo que ao longo dos anos é desenvolvido em uma organização por meio das pessoas que a compõem, de acordo com os objetivos organizacionais a serem alcançados. Além disso, a organização deve detectar os conhecimentos explícito e tácito a fim de elaborar uma metodologia para a gestão do conhecimento (GONZALEZ; MARTINS, 2017).

Criação do conhecimento nas organizações

Segundo Davenport e Prusak (2003), as organizações geram e usam o conhecimento e, na medida em que interagem com seus ambientes, absorvem informações e as transformam em conhecimento baseado nas suas experiências, valores e diretrizes internas. Além disso, sem conhecimento uma organização não poderia se organizar e não conseguiria funcionar. Nesse sentido, as organizações podem recorrer, por exemplo, a ferramentas como as wikicorporativas (como uma intranet), para que os funcionários possam expressar suas ideias e opiniões pertinentes ao contexto organizacional, como comentários sobre um projeto a ser implementado, dicas sobre um procedimento específico, novidades sobre um determinado assunto, dentre outros, incentivando o compartilhamento de informações e conhecimento.

Ainda segundo Davenport e Prusak (2003), existem cinco formas de gerar conhecimento:

- Aquisição e aluguel — refere-se ao conhecimento adquirido pela organização (novo conhecimento) e também ao conhecimento que ela desenvolve. O conhecimento pode ser adquirido pela organização mediante a compra de outra empresa ou contratando consultores que possuem os conhecimentos que a empresa deseja. Já o aluguel diz respeito ao o conhecimento externo pode ser alugado ou financiado, como a terceirização de empresas contratadas para gerar conhecimento.
- Recursos dedicados ou recursos dirigidos — refere-se à geração de um novo conhecimento pela formação de um setor ou grupos para uma finalidade específica. Um exemplo seria o departamento de pesquisa e desenvolvimento para a criação um novo produto ou pesquisa.

- Fusão — refere-se à geração de conhecimento pela introdução de complexidades na elaboração de um produto ou até mesmo conflitos, de forma que se obtenha sinergia entre os integrantes de uma equipe para chegar a um resultado em conjunto. A fusão pode gerar bons resultados, mas não pode ser utilizada como um atalho para gerar conhecimento. Para que a fusão funcione de forma produtiva, são elencados cinco princípios da gestão do conhecimento:
  - conscientizar sobre o valor do conhecimento e dos esforços necessários para que seja alcançado;
  - identificar pessoas com potencial conhecimento para que a fusão aconteça;
  - mostrar de forma positiva o potencial criativo da complexidade e da diversidade de ideias;
  - mostrar de forma clara a necessidade da geração do conhecimento de forma a estimular, recompensar e direcionar esforços para um objetivo comum;
  - inserir medidas de qualidade para o sucesso obtido, a fim de mostrar a eficácia do conhecimento para todos os integrantes da equipe.
- Adaptação — refere-se a se adaptar em meio a crises que possam ocorrer no ambiente organizacional por meio da evolução constante. Algumas organizações projetam uma crise antes mesmo de ocorrer, para instigar a inovação; para isso, devem disponibilizar recursos e capacidades internas para receber as mudanças que ocorrerão.
- Rede do conhecimento — refere-se ao conhecimento gerado em uma organização por meio de redes informais e auto-organizadas, como WhatsApp, *chats*, telefone, *e-mail*, dentre outros, com o objetivo de compartilhar conhecimentos, experiências e solucionar problemas em conjunto.

Para que os esforços dispendidos em cada fase sejam recompensados, é preciso que as organizações disponibilizem recursos como tempo e espaço para que as equipes façam reuniões e compartilhem ideias e opiniões, gerando o conhecimento. Nesse contexto, o *framework* de gestão de projetos Scrum, por exemplo, promove metodologias ágeis para garantir colaboração e integração entre membros de uma equipe de desenvolvimento de *software*. Uma das ações utilizadas é a Daily Scrum, que são reuniões diárias para discutir as tarefas desenvolvidas, disseminar o conhecimento, identificar impedimentos e priorizar as atividades daquele dia.

Saiba mais

Segundo Nonaka e Takeuchi (2008), a criação de conhecimento nas organizações está diretamente relacionada ao conhecimento tácito, ou seja, à experiencia e aos conhecimentos individuais das pessoas, gerando uma variedade de requisitos e um banco de ideias para realizar o trabalho sem cair em resultados rotineiros, diversificando e combinando novas e velhas ideias e provocando novas soluções.

O processo de criação do conhecimento organizacional descrito por Nonaka e Takeuchi (2008) é baseado em um modelo que possui cinco fases: compartilhamento do conhecimento tácito, criação de conceitos, justificação de conceitos, construção de um arquétipo e nivelação do conhecimento, conforme apresentado na Figura 3 e descritas logo a seguir.

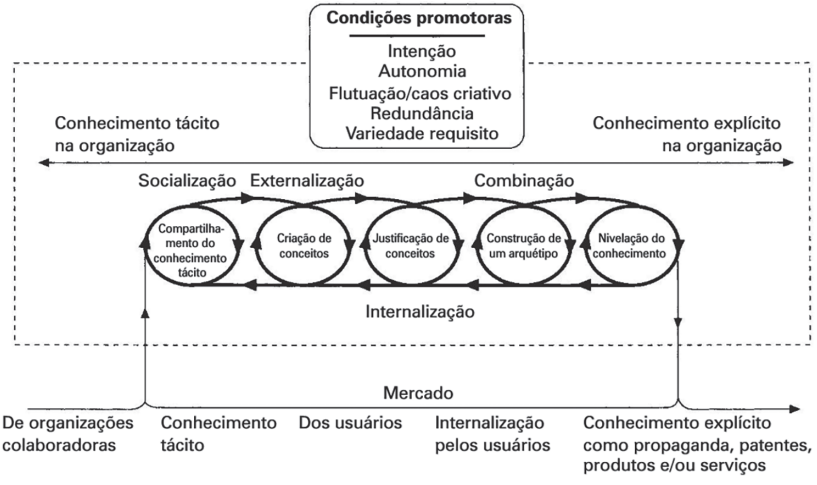


Figura 3. Etapas de criação do conhecimento organizacional.
Fonte: Nonaka e Takeuchi (2008, p. 82).

- Compartilhamento do conhecimento tácito — fase em que se inicia o processo de criação do conhecimento organizacional. Estão presentes as características do conhecimento tácito, cujo foco recai na experiencia e nos valores das pessoas. Corresponde à fase de socialização do modelo de conversão do conhecimento.
- Criação de conceitos — nesta fase o conhecimento tácito compartilhado é transformado em conhecimento explícito por meio de um novo conceito. O conhecimento é utilizado por meio de metáforas, analogias,

conceitos, hipóteses ou modelos por meio da reflexão e interação entre colegas de uma equipe, ou seja, corresponde à fase de externalização do modelo de conversão do conhecimento.

- Justificação dos conceitos — nesta fase o conceito criado na fase anterior precisa ser justificado e a organização analisa se esse conceito será realmente útil. Corresponde à fase de internalização do modelo de conversão do conhecimento.
- Construção de um arquétipo — nesta fase os conceitos que foram analisados são convertidos e podem gerar um novo produto ou novo valor corporativo, um novo sistema administrativo ou uma estrutura organizacional inovadora. Corresponde à fase de combinação do modelo de conversão do conhecimento.
- Nivelação do conhecimento — nesta fase o conhecimento criado é difundido para o ambiente externo, como clientes e fornecedores.

Cabe ressaltar, como mostra a Figura 4, que existem também as chamadas condições promotoras que formam a base para que seja iniciado o processo de criação do conhecimento organizacional, incluindo intenção, autonomia e variedade de requisito, por exemplo. Além disso, no início do processo está o conhecimento tácito e como saída é gerado o novo conhecimento explícito adquirido, como propagandas, patentes, produtos ou serviços.

Em geral, fica claro, portanto, que as organizações precisam garantir a gestão do conhecimento de seus ativos em função das mudanças constantes cada vez mais presentes. Seja como for, o conhecimento é fundamental, uma vez que as organizações absorvem informações e as transformam em conhecimento baseado nas suas experiências, valores e regras internas.

Referências

ALVARENGA NETO, R. C. D. *Gestão do conhecimento em organizações*: proposta de mapeamento conceitual integrativo. São Paulo: Saraiva, 2008.

AUDY, J. L. M.; ANDRADE G. K.; CIDRAL A. *Fundamentos de sistemas de informação*. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BARBOSA, R. R.; PAIM, I. Da GRI à gestão do conhecimento. *In*: PAIM, I. (org.). *A gestão da informação e do conhecimento*. Belo Horizonte: Escola de Ciência da Informação da UFMG, 2003.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. *Conhecimento empresarial*: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

GONZALEZ, R. V. D.; MARTINS, M. F. O processo de gestão do conhecimento: uma pesquisa teórico-conceitual. *Gestão da Produção*, v. 24, n. 2, p. 248–265, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/gp/v24n2/0104-530X-gp-0104-530X0893-15.pdf. Acesso em: 28 nov. 2020.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Gestão do conhecimento*. Porto Alegre: Bookman, 2008.

PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. *Gestão do conhecimento*: os elementos construtivos do sucesso. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SENGE, P. M. *A quinta disciplina*. São Paulo: Best Seller, 1990.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. *Business intelligence e análise de dados para gestão do negócio*. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

SITEWARE. *Exemplos de gestão do conhecimento*: 5 cases de sucesso para se inspirar. [S. l.]: Siteware, 2019. Disponível em: https://www.siteware.com.br/comunicacao/exemplo-gestao-conhecimento/. Acesso em: 28 nov. 2020.

SULLIVAN, J. *A case study of Facebook's simply amazing talent management practices*: part 1 and 2. [S. l.]: DJS, 2013. Disponível em: https://drjohnsullivan.com/articles/a-case-study-of-facebooks-simply-amazing-talent-management-practices-part-1-of-2/. Acesso em: 28 nov. 2020.

TERRA, J. C. C. *Gestão do conhecimento*: o grande desafio empresarial. São Paulo: Negócio, 2000.

VALENTIM, M. L. P. *et al*. Inteligência competitiva em organizações: dado, informação e conhecimento. *DataGramaZero*: Revista de Ciência da Informação, v. 4, n. 3, 2002. BDOI: 2003-0000131-00004. Disponível em: https://www.brapci.inf.br/index.php/article/view/0000001277/b497a27940c2cba21ddc47cf675a0625. Acesso em: 28 nov. 2020.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

ENGENHARIA DE CONHECIMENTO

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Sistemas baseados em conhecimento

Nicolli Souza Rios Alves

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Diferenciar sistemas baseados em conhecimento dos sistemas convencionais.
- Definir sistemas baseados em conhecimento (SBC).
- Ilustrar aplicações de sistemas de conhecimento nas organizações.

Introdução

A área de sistemas baseados em conhecimento (SBCs) é uma importante subárea da inteligência artificial (IA), que se expandiu rapidamente. Um SBC é um sistema que usa técnicas de IA em processos de resolução de problemas para apoiar a tomada de decisão humana, a aprendizagem e a realização de ações. Ao longo dos anos, SBCs foram desenvolvidos para uma série de aplicações em diferentes setores da indústria, como tráfego aéreo, energia nuclear, finanças, entre outros.

Neste capítulo, você vai aprender a diferenciar SBCs de sistemas convencionais. Além disso, você vai compreender o que é um SBC na prática, o que leva ao seu desenvolvimento e quais são os seus componentes. Por fim, você vai conhecer algumas aplicações desses sistemas em organizações de diferentes setores.

Sistemas baseados em conhecimento e sistemas convencionais

O termo "**inteligência artificial**", abreviado como IA, inclui muitas subdisciplinas, cada uma com a finalidade de imitar algum aspecto do pensamento humano, como visão, reconhecimento de fala, resolução de problemas por especialistas, entre outros. O objetivo principal é a resolução de problemas de uma forma que seria considerada inteligente se fosse feita por humanos. As técnicas de resolução de problemas baseadas em IA contêm componentes não quantificáveis, contam com conhecimento especialista e heurísticas e lidam também com métodos simbólicos de solução de problemas (LEONDES, 2000).

Hoje, é comum encontrar aplicações de IA sendo utilizadas para facilitar muitas das nossas tarefas. Muitas páginas de *e-commerce* utilizam técnicas de IA para alcançar mais clientes e oferecer uma maior diversidade de produtos e serviços. Além disso, podemos encontrar aplicações nos nossos *smartphones* que imitam a comunicação humana para fornecer experiências mais próximas a nós, humanos. Essas e outras atividades têm o intuito de fornecer ajuda aos usuários e também auxiliar no trabalho físico ou mental deles.

No contexto de desenvolvimento dessas aplicações, é preciso lidar com altas demandas, prazos apertados e requisitos conflitantes, que podem levar as equipes de desenvolvimento a um nível alto de estresse e pressão, para que consigam atingir metas e mantenham a competitividade no mercado. Nesse contexto, as aplicações de IA, mais especificamente os **SBCs**, são de grande utilidade e podem aliviar todo esse esforço nesse processo crítico que as equipes enfrentam.

Os SBCs implementam o **raciocínio humano heurístico** por meio de técnicas, procedimentos e mecanismos específicos, com o intuito de resolver problemas que não possuem uma solução algorítmica tradicional e reduzir o esforço de busca por soluções. Eles manipulam conhecimento e informação de forma inteligente — de fato, esses são os pontos centrais no desenvolvimento de um SBC.

Fique atento

Um SBC é uma forma de **sistema especialista** (SE) em que o conhecimento do assunto é considerado um **conjunto de fatos e regras**, que podem ser questionados e manipulados para fornecer uma solução inferida ou uma explicação para um determinado problema. Esse conjunto de fatos e regras forma a **base de conhecimento**.

Assim, o desenvolvimento de um SBC deve conter a descrição do sistema com base em dois aspectos: o do conhecimento, que é processado pelos humanos, e o simbólico, que é processado pelo computador. Quanto ao aspecto do conhecimento, trata-se de fazer uma descrição sobre o que o sistema deve realizar, enquanto a base deve mostrar, em termos entendíveis pelo computador, como o sistema deve proceder (REZENDE, 2003).

Para ser chamado de SBC, o sistema deve atender a três condições mínimas, descritas a seguir (LEONDES, 2000).

- Deve haver alguma base de conhecimento explícita e identificável, uma vez que o desenvolvedor deve ter a capacidade de apontar textos ou objetos e estabelecer que eles são o conhecimento.
- Os processos de conhecimento e raciocínio devem ser, de certa forma, qualitativos — ou seja, devem lidar com objetos semânticos que necessitam de definição.
- O sistema deve executar pelo menos algumas das inferências com base em mudanças dinâmicas no conhecimento. Lembrando que a ordem de execução do sistema não deve ser definida apenas por dados, como é o caso de muitos algoritmos.

Além dessas condições, para que possamos chamar os sistemas inteligentes de SBCs, eles devem ser capazes de (JACKSON, 1998):

- questionar o usuário, utilizando uma linguagem simples de ser compreendida, para juntar informações necessárias;
- desenvolver uma linha de raciocínio com base nessas informações e no conhecimento presente no sistema, para encontrar soluções suficientes — para isso, um SBC vai precisar lidar com regras e informações que não estão completas ou precisas e são até mesmo confusas;
- explicar seu raciocínio, caso seja questionado pelo usuário sobre o motivo pelo qual precisa de informações externas e sobre de que forma chegou nas conclusões — ou seja, o sistema deve lembrar das inferências realizadas durante o processo de raciocínio, ter a capacidade de interpretação desse processo e mostrá-lo de uma forma que possa ser facilmente entendido pelo usuário do sistema;
- conviver com seus erros, já que, como um especialista humano, o SBC pode cometer erros, mas deve ter uma performance adequada, que seja capaz de compensar os possíveis enganos.

Apesar de não ser tão comum, é possível desenvolver um **sistema convencional** que também apresente essas características que acabamos de ver. Dessa forma, é preciso entender as particularidades de cada sistema, para saber diferenciá-los. O Quadro 1 mostra as principais características dos sistemas convencionais e dos SBCs, a título de comparação.

Quadro 1. Principais características dos sistemas convencionais e dos sistemas baseados em conhecimento (SBCs)

Sistemas convencionais	Sistemas baseados em conhecimento
Estrutura de dados	Representação do conhecimento
Dados e relações entre dados	Conceitos, relações entre conceitos e regras
Tipicamente usa algoritmos determinísticos	Busca heurística
Conhecimento embutido no código do programa	Conhecimento representado de forma explícita e separado do programa que o manipula e interpreta
A explicação do raciocínio é difícil	Podem e devem explicar seu raciocínio

Fonte: Adaptado de Rezende (2003).

Comparando as características apresentadas no Quadro 1, percebe-se que, nos sistemas convencionais, a organização dos dados é dada por meio de **estruturas de dados** que são bem relacionadas com a arquitetura do computador. Já nos SBCs, os dados são organizados por meio da **representação de conhecimento**, em que há abstração completa dos detalhes da máquina onde o conhecimento é processado. Além disso, enquanto estruturas de dados representam somente os dados e os seus relacionamentos, as representações de conhecimento apresentam de forma explícita os conceitos do domínio do problema, os seus relacionamentos e as regras de dedução decisivas para transformar os estados durante o processo em que os problemas são resolvidos.

Quanto à execução, nos SBCs, utilizam-se métodos para resolver problemas que executam a busca em um espaço de possíveis soluções e fazem uso intenso de conhecimento heurístico, com o intuito de tornar a busca eficaz. Já nos sistemas convencionais, geralmente temos o uso de algoritmos determinísticos para realizar suas funções.

Nos sistemas convencionais, o conhecimento sobre o domínio e sobre o método de resolução de problemas está inserido no código do programa. Dessa forma, têm-se a inspeção, a compreensão e a modificação como processos complexos e custosos. Já nos SBCs, o conhecimento é representado de forma explícita e separado do programa que faz sua manipulação e interpretação. Assim, temos mais facilidade de compreensão daquele conhecimento para resolver problemas e realizar alterações facilmente.

Por fim, quanto à impressão que esses sistemas causam nos usuários com que interagem, nos sistemas convencionais, a explicação do raciocínio é muito difícil e costuma não ser executada. Já nos SBCs, é essencial que o raciocínio seja explicado.

Vale ressaltar também a diferença entre os SBCs e os SEs. O SE é um SBC que pode resolver problemas que são resolvidos por um especialista humano de forma trivial — por isso, exige conhecimentos sobre habilidade, experiência e as heurísticas usadas pelo especialista. Dessa forma, os SBCs podem ser classificados como SEs, desde que o desenvolvimento do mesmo seja voltado para aplicações nas quais o conhecimento que passará por manipulação se limita a um determinado domínio e conta com um alto grau de especialização (REZENDE, 2003). A maioria dos livros e artigos técnicos na área de IA trata SBCs e SEs de forma indistinta.

Saiba mais

Os SEs são capazes de lidar com tarefas e atividades extremamente complexas, bem como com uma estrutura e um conteúdo de banco de dados de conhecimento extremamente ricos. Eles são adequados para modelar atividades e problemas humanos. Para conhecer mais sobre SEs, leia o artigo "Inteligência artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação", de Raquel Dias Mendes (1997).

Sistemas baseados em conhecimento

Como citamos anteriormente, um SBC é um dos principais membros da família da IA. Com a disponibilidade de recursos de computação avançados e outros recursos, o desenvolvimento se dedica agora a tarefas que são mais exigentes e que podem exigir inteligência. A sociedade e o mercado estão se tornando orientados para o conhecimento e contando com as habilidades de tomada de decisão de diferentes especialistas para resolver problemas (AKERKAR; SAJJA, 2010). Um SBC pode atuar como um especialista sob demanda, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Além disso, por meio do uso de SBCs, é possível se ter uma economia ao utilizar especialistas, possibilitando que os usuários trabalhem em um nível mais alto, o que promove a consistência de ações. Com esses sistemas, temos uma ferramenta produtiva que proporciona conhecimento conjunto de um ou mais especialistas. Entre os diversos objetivos de um SBC, podemos citar (TURBAN, 1998):

- fornecer um alto nível de inteligência;
- auxiliar as pessoas na descoberta e no desenvolvimento de áreas desconhecidas;
- proporcionar um vasto conhecimento em diferentes áreas;
- auxiliar na gestão do conhecimento armazenado na base de conhecimento;
- resolver problemas sociais de uma maneira melhor, se comparado aos sistemas tradicionais;
- adquirir novas percepções, simulando situações desconhecidas;
- oferecer melhoria significativa de produtividade de *software*;
- reduzir o custo e o tempo de desenvolvimento de sistemas computadorizados de forma significativa.

Para que se possa desenvolver SBCs, é necessário aplicar **estudos de viabilidade** da aplicação dessa tecnologia no domínio em questão. Um estudo desse tipo deve levar em consideração vários aspectos, como custo, habilidade e disponibilidade do especialista, além de limitações do domínio do conhecimento. Na Figura 1, podemos observar a combinação de alguns motivos para, de fato, desenvolver SBCs.

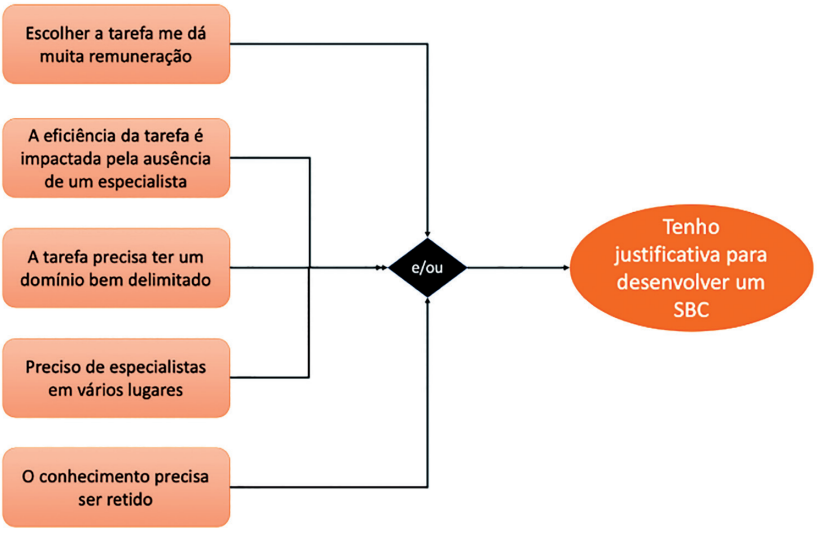


Figura 1. Justificativas para desenvolver um SBC.
Fonte: Adaptada de Rezende (2003).

Como mostra a Figura 1, podemos considerar a tecnologia de SBCs quando a solução do problema traz grandes remunerações, já que o custo para desenvolver um sistema desse tipo pode ser consideravelmente alto. Além disso, é possível observar também que esse tipo de sistema pode ser utilizado quando temos uma tarefa específica que tem tido baixo desempenho pela falta de um especialista.

Podemos destacar também que o domínio da aplicação deve ser bem delimitado, para evitar a incapacidade de um SBC na resolução de um determinado problema. Já em caso de necessidade de um especialista em vários locais, podemos utilizar SBCs de forma mais viável do que por meio da formação do número de especialistas necessários. Além disso, uma empresa pode usar SBCs quando há perda de funcionários e ela não tem interesse em perder o conhecimento envolvido nos seus processos de tomada de decisão.

Estrutura geral de um sistema baseado em conhecimento

Basicamente, como mostra a Figura 2, a estrutura geral de um SBC é formada pelos seguintes módulos (REZENDE, 2003): núcleo do SBC, base de conhecimento, memória de trabalho, base de dados e interface com o usuário.

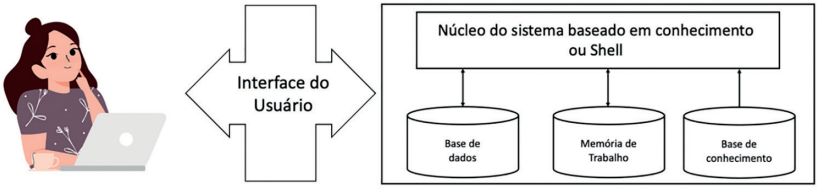


Figura 2. Estrutura geral de um SBC.
Fonte: Adaptada de Rezende (2003).

Núcleo ou *shell*

Essa é a parte que desempenha as funções mais importantes de um SBC. Entre elas, destaca-se o **mecanismo de inferência** do sistema. As principais atividades pelas quais esse módulo é responsável são:

- controle das interações com o usuário ou com equipamentos externos;
- processamento do conhecimento usando alguma linha de raciocínio;
- motivação ou esclarecimento das conclusões adquiridas por meio do raciocínio.

Dentro do núcleo do SBC, temos três submódulos que funcionam de forma independente, descritos a seguir.

- Módulo coletor de dados: responsável pela interação com o usuário, que adquire informações do atual problema, fazendo uma série de perguntas aos usuários.
- Motor de inferência: responsável pelo desenvolvimento do raciocínio considerando as informações que foram adquiridas pelo módulo coletor de dados e também o conhecimento representado na base de conhecimento. Nele, existem duas linhas de raciocínio: encadeamento regressivo e encadeamento progressivo.
- Módulo de explicações: responsável por explicar ou justificar as conclusões adquiridas e a motivação que fez o SBC questionar sobre certas coisas.

Base de conhecimento

Todo o conhecimento representado sobre um determinado domínio se encontra aqui. A base de conhecimento é composta de fatos e regras, e existem diversos esquemas de representação para codificá-los, como regras de

produção, objetos estruturados e lógica de predicados. Dessa forma, temos aqui uma abstração do mundo descrita de forma explícita por meio de um formalismo que pode ser processado a partir de um computador. A maioria desses sistemas utiliza um ou mais desses formalismos, geralmente empregando uma combinação de regras e estruturas.

Memória de trabalho

Local de armazenamento das conclusões específicas de um processo de raciocínio, derivadas de informações obtidas do usuário. Essas informações são conhecidas como **conhecimento inferido** e não fazem parte da base de conhecimento geral. O uso da memória de trabalho traz diversas vantagens ao sistema, como:

- possibilita o fornecimento ao usuário de toda a linha de raciocínio relacionado às conclusões adquiridas;
- evita que uma mesma pergunta seja repetida ao usuário;
- evita que sequências de raciocínio se realizem de forma repetida para que sejam obtidas conclusões intermediárias.

Base de dados

O sistema pode realizar interações com uma base de dados, com o intuito de obter ou armazenar dados e/ou informações.

Interface com o usuário

É a parte mais variável do sistema. Com a intenção de tornar os SBCs mais eficazes e amigáveis ao usuário, essas interfaces hoje podem ser via reconhecimento de voz, interfaces gráficas de usuário ou até mesmo por meio do uso de outras aplicações. Nesse caso, diz-se que o SBC está integrado e não tem interação direta com o usuário.

Saiba mais

O *shell* abrange as facilidades de inferência e explicação de um SBC, sem o conhecimento específico do domínio. Isso traz benefícios para aqueles que não são programadores, que podem incluir seu próprio conhecimento em um problema de estrutura semelhante. Para conhecer mais sobre a arquitetura de um *shell*, leia o artigo "Basic concepts of expert system shells and an efficient model for knowledge acquisition", de Emmanuel C. Ogu e Y. A. Adekunle (2013).

Aplicações de SBC

Um sistema que pode encapsular e armazenar conhecimento e experiência dentro de uma máquina é um suplemento inestimável aos recursos de uma empresa. Com ele, as organizações se tornam menos suscetíveis ao desgaste de pessoal, e o conhecimento pode ser armazenado de forma que possa ser tangível e retido. Os SBCs têm a capacidade de armazenar e aplicar conhecimento e, hoje, estão sendo implementados em uma variedade de aplicações em muitos setores diferentes nas organizações, seja em aplicações industriais ou administrativas.

Os SBCs encapsulam a experiência e o conhecimento usados por uma pessoa habilitada para realizar certas tarefas e armazenam os fatos e as relações sobre uma área de atividade, bem como o conhecimento de julgamento e as regras que um especialista usa. Esses sistemas atuam como tomadores de decisão independentes. Dessa forma, os SBCs podem operar com eficiência em situações em que não temos a disponibilidade de pessoas especialistas e são eficazes quando atuam como controladores incorporados em produtos inteligentes. Como assistentes inteligentes, esses sistemas auxiliam no trabalho de profissionais e trabalhadores do conhecimento.

Vale ressaltar que o uso de SBCs traz uma série de benefícios para as organizações. Segundo Masom (1991), tais sistemas:

- auxiliam na proteção contra a potencial perda de experiência com a saída de funcionários da organização;
- auxiliam no aproveitamento mais eficaz do profissional habilitado enquanto ele ainda trabalha na empresa, uma vez que muitas das capacidades de uma pessoa experiente tendem a ser desperdiçadas no decorrer das atividades diárias;
- promovem o aumento da produtividade e eficácia do pessoal mais experiente;
- auxiliam profissionais, uma vez que, em vez de usarem sua experiência para resolver novos problemas, os especialistas costumam gastar muito do seu tempo de forma repetitiva, realizando tarefas de rotina ou dando conselhos e orientações a funcionários menos experientes;
- não colocam a posição e o *status* de um especialista em risco, ao contrário do que muitos imaginam — ao encapsular a experiência em um SBC, o computador pode realizar tarefas de rotina automaticamente e aconselhar funcionários menos experientes, de forma que os especialistas ficam livres para lidar com problemas novos ou excepcionais que realmente precisam de suas habilidades e seu conhecimento;

- trazem padrões consistentes de desempenho, já que os computadores não sofrem de esquecimento, tédio, cansaço, emoções e outras fragilidades humanas;
- promovem uma enorme capacidade de tratamento de dados e fazem um tratamento adequado de problemas complexos que precisam ser examinados minunciosamente, interpretados e encaminhados a um relacionamento cruzado de grandes volumes de informações.

Fique atento

Se um mesmo projeto for realizado por duas pessoas diferentes, teremos resultados diferentes, uma vez que haverá diferenças na interpretação, suposições individuais etc. Por sua vez, duas máquinas idênticas aplicando o mesmo conjunto de regras não apenas produzirão as mesmas conclusões, mas o farão todos os dias. Assim, os SBCs são ideais para lidar com tarefas que precisam de uma interpretação frequente e repetitiva de conjuntos-padrão de regras ou procedimentos.

Muitas organizações bem-sucedidas fazem uso de SBCs com bons resultados e com diferentes potenciais de desenvolvimento, nos mais variados ramos, como engenharia, ciência, negócios e até nas áreas da saúde. A seguir, serão apresentados alguns exemplos de aplicações em organizações que têm utilizado SBCs.

Finanças

Nessa área, é muito comum utilizar SBCs que usam informações armazenadas sobre os padrões de compra e perfil de crédito de cada titular de conta e aplicam as regras de um especialista humano para aconselhar sobre a rejeição ou aceitação de transações incomuns. Em Ammar *et al*. (2004), temos um exemplo de um SBC colaborativo, financiado pelo estado de Nova York, que realiza a avaliação da condição financeira de quase 700 distritos escolares do estado. A ideia é promover um desenvolvimento bem-sucedido de uma abordagem analítica que combina a teoria dos conjuntos difusos (*fuzzy*) e SBCs para produzir uma ferramenta para avaliar o desempenho geral das instituições públicas. O objetivo geral é realizar avaliações da gestão dos governos estaduais, da administração financeira das grandes cidades e da capacidade de crédito das instituições públicas.

Engenharias

Os SBCs estão sendo usados em várias fábricas de automóveis, como Ford, Jaguar e Rover Group, com o intuito de aperfeiçoar as capacidades das equipes de *design* auxiliadas por computador. Essas fábricas costumam utilizar SBCs que incorporam regras de projeto, critérios de viabilidade de fabricação e propriedades dos materiais; os SBCs estão sendo usados para aconselhar os engenheiros de projeto e evitar erros. Essas fábricas podem verificar, por exemplo, se foi projetado algo que é impossível de fabricar ou que se quebraria imediatamente quando uma carga fosse aplicada.

Na área de engenharia mecatrônica, Mayr *et al.* (2017) apresentaram um conceito para um SBC que apoia o desenvolvimento de produtos e processos de acionamentos elétricos. Como parte de uma consideração básica, a abordagem apresentada se concentra no componente-chave do sistema, que é a base de conhecimento. Assim, métodos de representação de conhecimento adequados são avaliados, e então ocorre a seleção do método mais adequado para atender aos requisitos.

Monitoramento

Nesse sentido, usam-se SBCs para realizar um processo de observação contínua do comportamento de um sistema, com o intuito principal de executar ações quando uma determinada situação acontece. Diferentes setores utilizam SBCs para isso, como as organizações de energia nuclear, controle aéreo, eventos naturais, entre outras.

Em Singh, Gernaey e Gani (2010), os autores apresentaram um SBC ontológico para selecionar ferramentas de monitoramento e análise de processos. Eles apresentaram uma base de conhecimento que consiste no conhecimento do processo e também no conhecimento dos métodos e das ferramentas de medição. Os autores projetaram uma ontologia para representação e gestão do conhecimento. A base de conhecimento desenvolvida tem dupla característica:

1. facilita a seleção de ferramentas de monitoramento e análise adequadas para um determinado aplicativo ou processo; e
2. permite a identificação de aplicações potenciais para uma dada técnica ou ferramenta de monitoramento.

Aeronáutica

A companhia aérea alemã Lufthansa está implementando uma série de SBCs. Um deles apoia as decisões de aceitação e recusa da carga. Ele revisa o conhecimento sobre as regulamentações técnicas de carga, as relações volume-peso, as rotas e a disponibilidades de voos e gera conselhos para o agente de frete aéreo. Mais recentemente, a Lufthansa vem desenvolvendo um sistema de programação baseado em conhecimento para apoiar as decisões diárias de gerenciamento de voos e capacidade. O sistema combinará a disponibilidade da aeronave, os requisitos de manutenção, os horários dos voos e os objetivos de lucratividade para gerar programas operacionais de voo ideais.

Também na indústria de transporte aéreo, aeroportos movimentados estão usando SBCs para alocar aeronaves que chegam aos portões. O objetivo é lidar com problemáticas diversas, como as apresentadas a seguir.

- Os horários são interrompidos regularmente, pois os voos são atrasados por causa de clima, ação industrial, congestionamento de tráfego e problemas de manutenção.
- Aeronaves de corpo largo não podem usar um portão de corpo estreito.
- Os voos internacionais precisam de instalações alfandegárias.
- As conexões de passageiros devem ser feitas com o mínimo de interrupções.
- Devem ser verificadas questões como:
  - Onde estão localizadas as instalações de manutenção?
  - Quais portas estão atualmente livres?
  - Quais aeronaves estão esperando?

Em síntese, as alocações de passagem são baseadas em muitos fatores, todos os quais podem ser usados como regras e critérios de seleção em um SBC.

Planejamento de projetos

Nesse ponto, os SBCs costumam ser utilizados para determinar uma sequência de ações que devem ser executadas para atingir um determinado objetivo. Aqui, temos diferentes aplicações na indústria biomolecular, em operações com robôs, em estratégias militares, entre outras áreas.

Em Chassiakos, Vagiotas e Theodorakopoulos (2005), temos um exemplo de uso de SBC para planejamento de manutenções de pontes de concreto em rodovias. Nesse caso, o SBC inclui funções para definição de prioridade

de manutenção entre pontes, faz a avaliação de tratamento viável em cada caso e planeja as manutenções para uma série de pontes. As prioridades de manutenção são definidas usando um modelo de pontuação com parâmetros de decisão devidamente ponderados. Os tratamentos viáveis são determinados com base na condição da ponte e outros fatores que aceleram a deterioração. Além disso, as decisões para o planejamento da manutenção resultam de um modelo de programação linear e são baseadas na classificação de prioridades, nas características de custo e eficácia de tratamentos viáveis e nas restrições orçamentárias existentes. O sistema utilizado foi avaliado com sucesso com dados reais e simulados.

Medicina

Diferentes áreas da saúde podem utilizar SBCs para realizar diversas atividades. Uma função que é bastante utilizada é a realização de diagnósticos de diversas doenças, como apresentado em Wiriyasuttiwong e Narkbuakaew (2009). Nesse caso, foi proposto o desenvolvimento de um sistema baseado no conhecimento médico para diagnosticar sintomas e sinais.

Esse sistema foi desenvolvido para apoiar a construção de conhecimento e um motor de inferência. A construção do conhecimento se baseou em um conceito de regras de produção, executado em estrutura de árvore. O mecanismo de inferência usou a técnica de encadeamento direto interativo para inferir um resultado diagnóstico. Esse sistema foi projetado para interagir com o usuário por meio de questionários de sintomas e foi capaz de suportar informações de texto e imagem. A arquitetura do sistema consistia em motor de inferência, base de conhecimento, unidade de interface do usuário, unidade de aquisição de conhecimento, módulo de explicação e *backboard*. O resultado experimental mostrou o diagnóstico do sistema com mais de 97% de precisão ao nível de significância de 0,01, quando comparado com o diagnóstico dado por um especialista humano (médico).

Com base no que foi exposto, nota-se que SBCs têm sido bem aproveitados por organizações de vários setores, facilitando operações e tomadas de decisão de negócios e trazendo uma série de outros benefícios. O ideal é que as organizações possam investigar como os computadores podem apoiar o processo de tomada de decisão de forma mais efetiva, encapsulando o conhecimento humano especialista e aplicando SBCs para fornecer conclusões fundamentadas.

Referências

AKERKAR, R. A.; SAJJA, P. S. *Knowledge-based systems*. Sudbury: Jones & Bartlett Learning, 2010. 354 p.

AMMAR, S. *et al.* Constructing a fuzzy-knowledge-based-system: an application for assessing the financial condition of public schools. *Expert Systems with Applications*, [*S. l.*], v. 27, n. 3, p. 349–364, Oct. 2004.

CHASSIAKOS, A. P.; VAGIOTAS, P.; THEODORAKOPOULOS, D. D. A knowledge-based system for maintenance planning of highway concrete bridges. *Advances in Engineering Software*, [*S. l.*], v. 36, n. 11–12, p. 740–749, Nov./Dec. 2005.

JACKSON, P. *Introduction to expert systems*. Boston: Addison-Wesley Longman, 1998. 542 p.

LEONDES, C. T. (ed.). *Knowledge-based systems*: techniques and application. San Diego; London: Academic Press, 2000. 4 v. 1449 p.

MASOM, G. Application of Knowledge-based Systems to Industry. *Industrial Management & Data Systems*, [*S. l.*], v. 91, n. 7, p. 9–11, 1991.

MAYR, A. *et al.* Concept for an integrated product and process development of electric drives using a knowledge-based system. *In*: INTERNATIONAL ELECTRIC DRIVES PRODUCTION CONFERENCE (EDPC), 7., 2017, Würzburg. *Proceedings* [...]. Würzburg: IEEE, 2017. p. 1–7.

REZENDE, S. O. *Sistemas inteligentes*: fundamentos e aplicações. Barueri: Manole, 2003. 525 p.

SINGH, R.; GERNAEY, K. V.; GANI, R. An ontological knowledge-based system for the selection of process monitoring and analysis tools. *Computers & Chemical Engineering*, [*S. l.*], v. 34, n. 7, p. 1137–1154, July 2010.

TURBAN, E. *Decision support and expert systems*: managerial perspectives. New York: MacMillan, 1988. 697 p.

WIRIYASUTTIWONG, W.; NARKBUAKAEW, W. Medical Knowledge-Based System for Diagnosis from Symptoms and Signs. *The International Journal of Applied Biomedical Engineering (IJABME)*, [*S. l.*], v. 2, n. 1, p. 54–59, 2009.

Leituras recomendadas

MENDES, R. D. Inteligência artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 26, n. 1, p. 39–45, jan./abr. 1997. Disponível em: http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/751. Acesso em: 12 dez. 2020.

O'SHEA, T.; SELF, J.; THOMAS, G. *Intelligent knowledge-based systems*: an introduction. New York: Harper & Row, 1987. 231 p.

OGU, E. C.; ADEKUNLE, Y. A. Basic Concepts of Expert System Shells and an Efficient Model for Knowledge Acquisition. *International Journal of Science and Research*, [*S. l.*], v. 2, n. 4, p. 554–559, Apr. 2013. Disponível em: https://www.ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=IJSRON2013922. Acesso em: 12 dez. 2020.

SCHREIBER, G.; WIELINGA, B.; BREUKER, J. (ed.). *KADS*: a principled approach to knowledge-based system development. London; San Diego: Academic Press, 1993. 457 p.

TZAFESTAS, S. G. *Knowledge based systems*: advanced concepts, techniques & applications. Singapore: World Scientific, 1997. 648 p.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Processo de desenvolvimento de um sistema baseado em conhecimento

Nicolli Souza Rios Alves

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Identificar as etapas necessárias para desenvolver um SBC como um projeto a ser gerenciado.
- Explicar as etapas de planejamento e aquisição do conhecimento do SBC.
- Descrever as etapas de implementação e verificação do SBC.

Introdução

Um sistema baseado em conhecimento (SBC) é um programa construído em torno de uma coleção de conhecimentos extraídos de um especialista humano e armazenados de tal forma que o sistema possa utilizá-los para raciocinar, dar conselhos e embasar decisões. SBCs usam diferentes entradas para resolver problemas intrincados, e sua principal vantagem é que representam o conhecimento de forma explícita, e não de forma implícita, via código, como um sistema convencional costuma fazer.

Neste capítulo, você vai conhecer as etapas de desenvolvimento de um SBC, além de estudar aspectos de seu planejamento, de sua aquisição de conhecimentos e das etapas de implementação e verificação de um sistema como esse.

Desenvolvimento de SBC

De vital importância para a inteligência artificial, um SBC é um programa que captura e usa conhecimento de uma variedade de fontes. São ferramentas que ajudam a resolver problemas e são largamente utilizadas para apoiar a tomada de decisão humana, a aprendizagem e outras atividades que envolvem um conhecimento específico.

SBCs podem tomar decisões considerado informações armazenadas no seu banco de dados e também podem entender o contexto dos dados que estão sendo processados. Sua estrutura é composta basicamente por um núcleo, ou *shell*, uma base de conhecimento, uma memória de trabalho, uma base de dados e uma interface com o usuário. A base de conhecimento funciona como o repositório de conhecimento, enquanto a interface funciona como o mecanismo de pesquisa. A aprendizagem é um elemento-chave para um SBC, e a simulação de aprendizagem aprimora o sistema ao longo do tempo.

Um característica que identifica os SBCs é que esses sistemas suportam seus desempenhos sobre a qualidade e a quantidade de um conhecimento de domínio específico, ao invés de técnicas para resolver problemas. Por outro lado, fornecem aplicações úteis quando necessário para resolver problemas de alta complexidade. Além disso, os SBCs são muito úteis, especialmente quando as organizações precisam adquirir e preservar um conhecimento especializado específico, com o intuito de compartilhá-lo com não especialistas e ter a capacidade de explicar processos de raciocínio aplicados na resolução de problemas.

Os SBCs são subdivididos em sistemas especialistas, sistemas tutores inteligentes, sistemas de manipulação de hipertexto, sistemas baseados em Computer-Aided Software Engineering (CASE) e bancos de dados com uma interface de usuário inteligente. O desenvolvimento de um sistema baseado em conhecimento é um processo que varia com base na disponibilidade de recursos e na sua organização e gerenciamento. O gerenciamento de projeto inclui (REZENDE, 2003):

- gerenciamento de atividades — planejar, escalonar, registrar e analisar;
- gerenciamento de configurações — gerenciar produto e mudanças;
- gerenciamento de recursos — prever, adquirir e otimizar o uso dos recursos.

Podemos ter uma série de etapas num processo de desenvolvimento, como: estudo de possibilidade, prototipação rápida, refinamento do sistema,

teste preliminar do sistema, qualidade comercial do sistema, manutenção e evolução. Dessa forma, quando temos erros ao longo do processo de desenvolvimento, eles estarão relacionados a essas etapas. Em termos gerais, esses erros podem divididos nas seguintes categorias: erros no conhecimento, semântica, sintaxe, inferência ou na limitação desse conhecimento.

Mesmo que um processo de desenvolvimento de *software* costume se referir às atividades de especificação inicial até ele estar disponível para uso, é preciso levar em conta o planejamento prévio da manutenção e evolução. Esse planejamento é de extrema importância para o processo, uma vez que conecta todas as etapas e também diminui consideravelmente os custos de manutenção no futuro.

Embora modelos de processos em cascata e incremental funcionem bem em sistemas convencionais, são difíceis de serem aplicados no desenvolvimento de SBCs, devido às suas características intrínsecas. O que percebemos, em vez disso, é que uma boa parte utiliza protótipos e/ou modelo espiral.

Com base na identificação das características de um determinado domínio do conhecimento, é necessário realizar uma avaliação para checar se há realmente a necessidade e viabilidade de adotar SBCs nesse domínio. Na Figura 1, podemos observar as principais fases do processo de desenvolvimento de um SBC. Observe que entre a fase 2 e a fase 4 o processo é iterativo, isso porque novos conhecimentos podem ser adquiridos e embutidos na base de conhecimento do SBC.

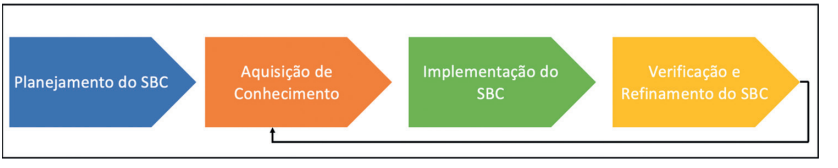


Figura 1. Processo de desenvolvimento de um SBC.

- **Fase 1 — planejamento do SBC**: aqui temos a descrição do domínio de conhecimento, termos importantes e referências. Nessa fase, também temos a realização das seguintes atividades:
  - identificação de um resumo simples dos conceitos que estão relacionados ao domínio de conhecimento, para que as pessoas que interagirem com o processo de desenvolvimento do SBC possam compreendê-lo melhor;
  - análise funcional de módulos, entradas e saídas;
  - especificação da linguagem a ser usada para representar o conhecimento do domínio, caso seja escolhida uma ferramenta comercial.

- **Fase 2 — aquisição do conhecimento**: o objetivo principal é executar o que foi planejado na fase anterior, ou seja, adquirir os conhecimentos para armazenar na base de conhecimento. Aqui temos a identificação, conceituação e formalização do conhecimento.
- **Fase 3 — implementação do SBC**: aqui temos a representação formal do conhecimento adquirido na fase anterior, utilizando a estrutura de representação do conhecimento que foi escolhida originalmente na fase 1.
- **Fase 4 — validação e refinamento do SBC**: aqui temos a validação e verificação como um processo contínuo. É necessário garantir que o sistema funcione corretamente, forneça resultados consistentes e satisfaça os requisitos do cliente.

Nas próximas seções, vamos conhecer em mais detalhes cada uma dessas fases.

Planejamento e aquisição de conhecimento

Como vimos, um SBC é composto essencialmente de uma base de conhecimento, mecanismos de inferência e interface com os usuários. A principal diferença entre um SBC e um sistema convencional está na forma como o conhecimento é separado dos mecanismos de inferência. Essa separação nos proporciona clareza e flexibilidade na hora de construir um sistema.

Nesse sentido, temos grandes obstáculos relacionados à construção e disseminação desses sistemas, uma vez que precisamos representar separadamente o conhecimento do domínio e o conhecimento de como processar a base de forma eficiente. Tudo isso soma-se à complexidade inerente aos problemas tratados com técnicas de inteligência artificial. Dessa forma, o desenvolvimento de um SBC não é tarefa simples, uma vez que ainda precisamos lidar com a complexidade no que se refere a construir, compreender e atualizar uma base de conhecimento. Por isso, todo o processo relacionado à aquisição de conhecimento é conhecido como o gargalo na construção de SBCs (REZENDE, 2003).

É importante ressaltar que a aquisição de conhecimento é diferente da atividade de elicitação e coleta de porções de conhecimento já existentes, pois envolve um processo de criação de um modelo de conhecimento que não existia anteriormente. Consequentemente, a engenharia do conhecimento não é mais vista como um processo de transferência direta de conhecimento humano na implementação de uma regra de produção.

A elicitação de conhecimento trata da interação entre um agente humano que tem a responsabilidade de construir o SBC (engenheiro de conhecimento) e a fonte humana de conhecimento (especialista). Nesse processo, o engenheiro tem apenas a função de traduzir o conhecimento da fonte humana para uma base de conhecimento. Já a aquisição de conhecimento trata de transferir e transformar o conhecimento especializado com potencial para resolver problemas de alguma fonte de conhecimento para um programa. Além disso, pode ser vista como um processo de modelagem, ao criar uma teoria de problemas e soluções pertinentes a tarefas em um domínio específico.

Podemos encontrar diversas técnicas desenvolvidas com o objetivo de tornar o processo de aquisição de conhecimento mais efetivo:

- técnicas manuais — representam diretrizes do processo conduzido por engenheiros de conhecimento;
- técnicas semiautomáticas — visam oferecer aos especialistas ferramentas que ajudam a criar os sistemas, reduzindo a necessidade de um engenheiro de conhecimento;
- técnicas automáticas — têm como objetivo tornar mínima a participação humana, minerando conhecimento de extensas fontes de dados ou implantando mecanismos de inferência que permitam aprendizado automático de máquina.

Fase 1 — planejamento

Como citamos anteriormente, antes de começar a desenvolver de fato um SBC, é muito importante passar pela fase de planejamento. Para justificar o tempo e o custo do desenvolvimento do sistema, o problema a ser resolvido deve ser importante para a organização e estar claramente definido. Ainda que um desenvolvedor não possa ignorar as interações entre o problema e o restante do domínio, esforços devem ser feitos para limitar o domínio do problema de modo que as recomendações/conselhos do sistema sejam específicas e valiosas, em vez de serem somente educacionais. Além disso, escolher profundidade em vez de amplitude não somente torna o sistema mais poderoso e útil, mas também mais eficiente, minimizando a quantidade de informações que devem ser obtidas junto ao usuário antes que uma recomendação/conselho possa ser realizado.

Após descrever o domínio de conhecimento desejado, bem como termos importantes e referências, é necessário também selecionar a linguagem mais adequada a ser utilizada para a representação desse conhecimento, bem como a ferramenta que será utilizada. Essa fase serve para facilitar as fases posteriores, evita problemas futuros e torna a manutenção e evolução do sistema menos custosa e complexa.

Após esse planejamento, é hora de adquirir o conhecimento para o SBC a ser desenvolvido.

Vejamos agora como é realizado o processo de aquisição de conhecimento seguindo um modelo bem conhecido, desenvolvido por Buchanan *et al*. (1983). Esse processo é constituído por três estágios, como mostra a Figura 2. Apesar do processo de aquisição parecer uma sequência com um estágio sendo executado logo após o outro, o processo é muito mais iterativo e evolucionário. Dessa forma, podemos seguir adiante sem termos finalizado determinada fase, bem como voltar para uma fase anterior sem ter chegado à fase seguinte. Observando a Figura 2, é possível notar essa iteração entre os estágios do processo de aquisição de conhecimento (em laranja) com as fases seguintes do desenvolvimento — implementação e verificação e validação.

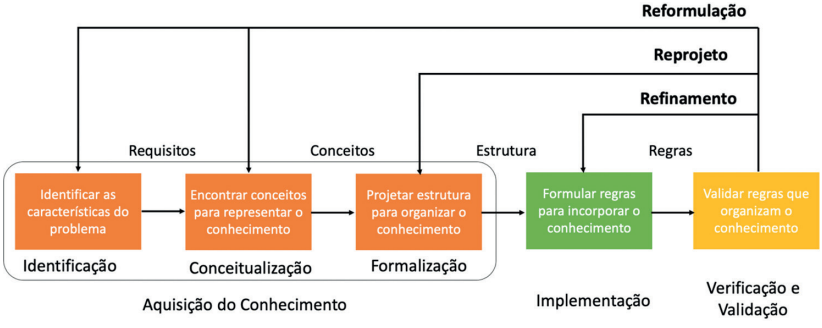


Figura 2. Processo de aquisição de conhecimento no contexto geral do desenvolvimento de um SBC.

Fase 2 — aquisição do conhecimento

Estágio 1 — identificação

Esse estágio está intimamente relacionado ao planejamento do sistema que se quer construir. Ele consiste numa análise formal da tarefa para determinar quais seriam os requisitos externos, a forma de entrada e saída, a definição do local onde o programa será utilizado e quem serão seus usuários. É muito

importante termos uma clara definição dos problemas, objetivos, custos, recursos e cronograma.

Vale ressaltar aqui que é essencial escolher um especialista de domínio adequado, pois isso é diretamente determinante para o sucesso do desenvolvimento. Assim, é importante que ele tenha autoridade legítima na área, bem como tempo e interesse para se comprometer com o projeto, pois o sistema deve possuir conhecimento de alta qualidade.

Embora o embasamento nesses especialistas seja o método mais comum de desenvolvimento, é preciso observar também que há muitos sistemas bem-sucedidos que foram produzidos somente considerando materiais de referência, minimizando o envolvimento de um especialista humano. Embora isso pareça um pouco contraditório quanto à definição do termo SBC, também se recorre a técnicas de programação, como encadeamento reverso para encontrar valores para os parâmetros do programa, explicação da lógica do programa, entre outros. Nesses casos em que não há dependência de um especialista, temos os chamados sistemas de conhecimento ou sistemas baseados em regras, além dos SBCs.

Nesse estágio, também é preciso considerar a importância dos objetivos gerais e específicos do sistema. Além disso, é importante considerar cuidadosamente o histórico e as necessidades do usuário final.

Estágio 2 —conceituação

Aqui temos o *design* do sistema proposto, para assegurar que as interações e relacionamentos específicos do domínio sejam compreendidos e definidos. É nesse estágio que são determinados os principais conceitos, as relações entre objetos e processos e os mecanismos de controle, bem como a caracterização específica da situação e a determinação da *expertise* necessária para solucionar o problema em questão.

O engenheiro de conhecimento costuma fazer algumas perguntas, que o ajudam a entender o que o especialista de fato faz:

- Quais são as decisões exatas que o especialista toma?
- Quais são os resultados dessas decisões?
- Quais resultados requerem mais reflexão, exploração ou interação?
- Quais recursos ou contribuições são necessários para se chegar a uma decisão?
- Quais condições estão presentes quando determinado resultado é decidido?

- Com que consistência essas condições preveem determinado resultado?
- Após a exposição a informações importantes, em que ponto uma decisão é tomada?
- Dados os detalhes de um caso específico, as previsões de resultados da equipe de engenharia do conhecimento serão consistentes com as do especialista?

Também é muito comum tentar antever as perguntas que o usuário final pode vir a fazer ao especialista do domínio e o conjunto de soluções possíveis para elas. Dessa forma, pode-se projetar os raciocínios/conselhos finais e os caminhos necessários para se chegar até eles.

Exemplo

Suponha que estamos trabalhando no desenvolvimento de um SBC para solucionar problemas no ambiente de produção de orquídeas. Em alto nível de programação, poderíamos ter os seguintes sintomas típicos e raciocínios:

- plantas muito frias —> adicionar isolamento e/ou aquecedor;
- alta umidade —> adicionar aquecedor e/ou aumentar a velocidade dos ventiladores;
- plantas amarelando por conta do calor —> aumentar a ventilação e/ou adicionar isolamento e/ou diminuir a quantidade de plantas na estufa.

Pode-se adicionar mais elementos com a ajuda de um especialista, para checar, por exemplo, se as plantas ficam amareladas devido ao calor, ou então se pragas, excesso de luz solar ou outros problemas podem estar envolvidos.

Estágio 3 — formalização

Consiste em organizar os conceitos-chave, subproblemas e fluxos de informações para representá-los formalmente. Além disso, a lógica do sistema é projetada nesse estágio. Nesse sentido, os engenheiros de conhecimento se concentram no processo de modelagem computacional do problema em questão. Além disso, devem pensar no formalismo que melhor se adeque para representar o problema/solução. Esses engenheiros devem tomar decisões também sobre os atributos que serão determinados para a resolução do problema e quais deles devem ser solicitados ao usuário ou representados de alguma forma.

Além disso, o engenheiro de conhecimento precisa lidar com questões relacionadas com a complexidade computacional do problema e com a natureza do conhecimento que está disponível. Para isso, ele deve (REZENDE, 2003):

- especificar o modelo de tarefa que será ajustado;
- escolher a linguagem de representação para modelar o sistema;
- determinar o espaço de busca do problema;
- determinar o espaço de soluções do problema;
- definir os métodos de busca a serem utilizados;
- conhecer as limitações do SBC.

As linguagens formais permitem expressar o conhecimento com precisão, consistência e sem ambiguidade. Cabe ao engenheiro de conhecimento escolher o melhor formalismo para representar o domínio, levando em consideração a adequação para representar os conceitos e as relações de domínio, a adequação na representação da inferência necessária na tarefa, bem como a eficiência em adquirir e modificar o conhecimento representado. Temos três tipos comuns de formalismos (REZENDE, 2003), discriminados a seguir.

- Lógicos: dessa forma o conhecimento é representado por um conjunto de fórmulas bem construídas em algum sistema lógico, como proposicional, de predicados, multivalorado (lógica *fuzzy*) ou modal. Lembrando que os mecanismos de inferência são os métodos dedutivos do sistema lógico.
- Sistemas de produção: representam o conhecimento por meio de regras. Além disso, é necessário representar o contexto para aplicar essas regras, bem como o método para a escolha daquelas que serão aplicadas com base em um contexto.
- Estruturados: o conhecimento é organizado ou por meio de grafos, em que nós e arcos possuem uma semântica fixa, ou por meio de *frames* e orientação a objetos ou mesmo de forma variada, por meio de redes semânticas.

Implementação e verificação

Após o planejamento e a aquisição do conhecimento junto a um especialista humano, é hora de finalmente implementar o SBC pretendido, selecionando uma linguagem e uma ferramenta para isso, além de trabalhar com os resultados obtidos nas fases anteriores para construir o SBC para que ele possa atingir o objetivo definido.

Fase 4 — implementação

Depois que o conhecimento foi formalizado, é a vez do engenheiro de conhecimento selecionar a linguagem de representação a ser utilizada. Dessa forma, o conhecimento formalizado é mapeado ou codificado na estrutura da ferramenta de desenvolvimento para construir um protótipo funcional. Além disso, são organizados em formato adequado os conteúdos das estruturas de conhecimento, as regras de inferência e as estratégias de controle estabelecidas nas fases anteriores.

Nesse caso, os engenheiros de conhecimento costumam usar a ferramenta de desenvolvimento para construir esse protótipo e para cumprir a documentação e organização das informações coletadas durante a fase anterior, para que a implementação seja concluída.

É inegável que o uso de uma linguagem que ofereça suporte a uma variedade de estruturas de dados e de controle pode facilitar bastante o processo de construção de SBCs. A seguir, vamos conhecer algumas linguagens de programação disponíveis para implementá-los (CUGINI, 1987):

LISP

É a mais próxima das linguagens convencionais. Na verdade, essa linguagem poderia ser utilizada como se fosse Ada ou PL/I, tendo em vista as facilidades que proporciona a vários tipos de dados e para construir estruturas de dados e controle. Não se pode negar que o LISP introduziu muitos dos recursos não convencionais, como símbolos, listas e a capacidade de tratar códigos como dados. Seus pontos fortes são:

- grande flexibilidade e controle preciso;
- suas estruturas representam fatos de uma forma que fornece documentação, confiabilidade e recursos para suportar a programação orientada a objetos;
- seus pacotes suportam modularização em grande escala de programas;
- suporte total de abstração de dados com recursos para tipos de dados definidos pelo usuário;
- um conjunto muito rico de tipos de dados e operações embutidos, incluindo aqueles para dados numéricos, de caracteres e de *bit*s, tanto como itens elementares quanto como agregados, como sequências, matrizes multidimensionais e tabelas indexadas;
- o usuário tem grande controle sobre a análise e interpretação da entrada e geração de saída;

- recursos para definir macros, permitindo que os usuários configurem sublinguagens projetadas para a aplicação;
- se comparada com PROLOG e OPS5, é considerada a mais bem padronizada.

PROLOG

Uma das primeiras linguagens a serem projetadas com o objetivo de aplicar regras de inferência a um conjunto de premissas, de modo a trabalhar na derivação automática dos resultados. Essa linguagem é baseada no cálculo de predicados-padrão por meio da representação de informações. Apesar de ser pequena e simples, é uma ferramenta versátil para implementar um SBC. Dentre seus pontos fortes, podemos destacar:

- incorpora um modelo único, simples e razoavelmente eficiente para representar fatos, regras e consultas e para derivação lógica;
- lida bem com objetos estruturados, em que seu combinador de padrões (*pattern matcher*) pode facilmente compor e analisar listas e predicados;
- possui uma interface de usuário integrada bem projetada e com muito recursos úteis;
- seu conjunto de recursos possibilita que o usuário junte todas as soluções de uma vez, em vez da abordagem mais limitada de uma por vez;
- seus predicados podem ser escritos de modo a instanciar argumentos diferentes em diferentes invocações.

OPS5

Essa linguagem é resultado de um processo evolutivo de *design* de linguagem para suportar um encadeamento direto (*forward-chaining*) eficiente, em que esses requisitos de eficiência determinam grande parte da estrutura da linguagem. Nesse sentido, essa linguagem foi projetada considerando preocupações mais práticas do que a linguagem PROLOG. Como pontos fortes, podemos destacar:

- é altamente declarativa, fazendo a ordem dos objetos baseados em conhecimento não ter efeito lógico, pois a estratégia é declarada com um único comando ou instrução;
- possui uma estratégia de controle-padrão sofisticada;
- pode modificar diretamente um fato, alterando os valores de alguns de seus argumentos.

Por outro lado, é mais comum que os SBCs sejam construídos hoje em dia utilizando ferramentas de engenharia de conhecimento, de forma a reduzir consideravelmente o tempo para desenvolver esses sistemas. Tais ferramentas são divididas em dois grupos (REZENDE, 2003):

- Ferramentas de apoio — oferecem vários esquemas para representar o conhecimento, monitorar a inferência, fornecer estratégias para resolver problemas, assim como apresentar interfaces para adquirir conhecimento e explicação.
- *Shells* — proporcionam um esquema para representar o conhecimento e o motor de inferência, em que a interface e a estratégia para resolver problemas é prefixada.

Saiba mais

Ferramentas de programação de SBCs fornecem uma variedade de facilidades para representar conhecimento e raciocinar com ele. O objetivo delas é permitir que os SBCs sejam construídos rapidamente. Para conhecer mais sobre algumas ferramentas de desenvolvimento de SBCs disponíveis, consulte Kingston (2000).

Outra fator importantíssimo nessa fase é que devemos levar em consideração as atividades de manutenção a longo prazo. Vale ressaltar que devemos antever alterações na base de conhecimento ao longo do tempo, e ela deve ser sempre muito bem documentada à medida que vai sendo codificada. Dessa forma, conseguimos minimizar possíveis problemas de entendimento. Devemos ainda incluir justificativas e explicações para ajudar o usuário final a entender completamente as questões apresentadas a ele pelo sistema. Assim, o usuário pode usar a saída do sistema de forma efetiva, entendendo como se chegou àquele raciocínio.

É ainda nessa fase que o desenvolvedor deve decidir sobre como o sistema desenvolvido fará interações com outros sistemas e bancos de dados.

Fase 5 — verificação e validação

Geralmente, os SBCs possuem uma estrutura diferente dos sistemas de *software* convencionais. Eles separam o conhecimento de seu uso com a base de conhecimento e o mecanismo de inferência. Dessa forma, cada parte do sistema precisa passar por uma verificação e validação separada. Vale res-

saltar que bases de conhecimento são partes críticas, uma vez que possuem dados muito importantes e, portanto, precisam ser validadas e verificadas.

Nessa fase, vamos muito além de identificar erros de sintaxe, procedendo também com a verificação dos relacionamentos individuais, validação do desempenho do programa e avaliação de todo o pacote do sistema. Essa fase também norteia a reformulação de conceitos, *redesign* de representações e outros refinamentos.

Vale ressaltar que a fase de verificação e validação deve ocorrer ao longo do processo de desenvolvimento. A verificação prova que os modelos dentro do sistema são relacionamentos verdadeiros, assegurando que o conhecimento seja reproduzido com precisão, fazendo com que o especialista do domínio opere o programa para todas as contingências possíveis. Para assegurar essa precisão, deve-se avaliar meticulosamente todos os caminhos possíveis de solução. Já a validação é crítica para o sucesso e aceitação do sistema, devendo ser um processo contínuo. Por isso, é preciso se preocupar com:

- correção, consistência e integridade das regras;
- capacidade da estratégia de controle de levar em consideração as informações na ordem correspondente ao processo de resolução do problema;
- adequação das informações sobre como as conclusões são tiradas e por que certas informações são necessárias;
- concordância da saída do sistema com as soluções correspondentes do especialista no domínio (como o mais crítico de todos).

Com base nisso, a atividade de validação é aperfeiçoada de forma a permitir que usuários conduzam uma revisão crítica e recomendem melhorias. Nessa fase, também pode ser investigado se o sistema realmente atende ao objetivo desejado, bem como descobrir problemas com a credibilidade, aceitabilidade e utilidade do sistema. Nesse contexto, ocorre um refinamento, em que o engenheiro de conhecimento corrige os erros encontrados nos módulos do sistema, na lógica e no código como resultado do processo de validação.

Existem muitas abordagens de validação e verificação para SBCs, mas algumas delas são mais adequadas para uso com determinados domínios. Sistemas em tempo real, por exemplo, requerem uma abordagem específica de validação e verificação, devido à sua natureza sensível. Além disso, diferentes abordagens podem ser usadas em diferentes fases do ciclo de vida baseado no conhecimento. O teste de campo, por exemplo, pode ser usado após a conclusão da fase de implementação, enquanto os gráficos direcionados podem ser usados após a elicitação do conhecimento.

Segundo Balci (1994), temos as seguintes estratégias para conduzir a validação de um sistema:

- informal — essa categoria é a mais comum e mais utilizada, e basicamente depende mais do raciocínio humano do que de processos automatizados e análises matemáticas;
- estática — baseada na análise precisa dos modelos de sistema na fase de projeto;
- dinâmica — requer várias execuções de modelo e sistema, fazendo em seguida alterações no sistema de acordo com os resultados e conclusões dessas execuções;
- simbólica — é parecida com a categoria dinâmica, mas os símbolos são usados para representar os módulos do sistema e como entradas para os testes;
- restrita — aplicada para verificar os limites e afirmações do sistema;
- formal — baseada em provas matemáticas formais de correção.

Quanto à verificação de SBCs, também temos uma série de abordagens disponíveis para simplificar e formalizar esse processo. O mais importante é que elas identifiquem anomalias como:

- redundância — quando temos o mesmo conhecimento em dois ou mais locais;
- ambivalência — presença de conhecimento misto ou representação pouco clara do conhecimento;
- circularidade — presença de *loops* fechados no conhecimento, em que uma regra leva a si mesma como solução;
- deficiência — representação ineficiente do conhecimento;
- incompletude — quando algum conhecimento especializado não está representado na base de conhecimento;
- Inconsistência — qualquer representação falsa do conhecimento.

Na maioria dos casos, a verificação é um processo mais formal que a validação. Nesse contexto, foram criadas várias ferramentas para apoiar esse processo. Algumas das mais comuns são (MURREL; PLANT, 1997): TEREISAS, Rule Checker Program, CHECK, EVA, COVER, CRSV-CLIPS, COVADIS, Validator, KB-Reducer, entre outras. Já para validação e testes em SBCs, temos outras diversas ferramentas, como: FRESH Interactive classifier, TVE, SALT, ESPE, RITCaG, entre outras.

Saiba mais

Para conhecer mais sobre as diferentes ferramentas disponíveis para apoiar a validação, a verificação, o refinamento e a testagem de sistemas baseados em conhecimento, consulte Miller, Hayes e Mirsky (1995).

Referências

BALCI, O. Validation, verification and testing techniques throughout the life cycle of a simulation study. *In*: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 26., 1994. *Proceedings*... [*S. l.*]: WSC, 1994. p. 215–220.

BUCHANAN, B. G. *et al*. Constructing an expert system. *In*: HAYES-ROTH, R.; WATERMAN, D. A.; LENAT, D. B. (ed.). *Building expert systems*. London: Addison-Wesley, 1983. p. 127–167.

CUGINI, J. V. *Programming languages for knowledge-based systems*. Gaithersburg, MD: National Bureau of Standards, 1987.

KINGSTON, J. K. C. Knowledge based system development tools. *In*: KINGSTON, J. K. C. *Artificial intelligence*: knowledge based system development tools. Scotland: University of Edinburgh, 2000. p. 1–10. Disponível em: http://www.eolss.net/Sample-chapters/C15/E6-44-03.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

MILLER, L. A.; HAYES, J. E.; MIRSKY, S. M. *Guidelines for the verification and validation of expert system software and conventional software*. Washington: US Nuclear Regulatory Commission, 1995. Disponível em: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/26/060/26060100.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

MURREL, S.; PLANT, R. A survey of tools for the validation and verification of knowledge-based systems: 1985-1995. *Decision Support Systems*, v. 21, n. 4, p. 307–323, 1997.

REZENDE, S. O. *Sistemas inteligentes*: fundamentos e aplicações. Baueri, SP: Manole, 2003.

Leituras recomendadas

AKERKAR, R.; SAJJA, P. *Knowledge-based systems*. Burlington: Jones & Bartlett Publishers, 2009.

O'SHEA, T. *Intelligent knowledge-based systems*: an introduction. United Kingdom: Paul Chapman Pub, 1987.

SCHREIBER, G.; WIELINGA, B.; BREUKER, J. (ed.). *KADS*: a principled approach to knowledge-based system development. Cambridge: Academic Press, 1993.

TZAFESTAS, S. G. *Knowledge based systems*: advanced concepts, techniques & applications. Singapura: World Scientific, 1997.

TUTHILL, G. S.; LEVY, S. T. *Knowledge-based systems*: a manager's perspective. [*S. l.*]: Tab Professional & Reference, 1991.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Engenharia do conhecimento e inteligência artificial

Cynthia da Silva Barbosa

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Comparar mitos e verdades sobre inteligência artificial.
- Relacionar a utilização de engenharia do conhecimento para criação de sistemas inteligentes.
- Reconhecer as principais tecnologias e ferramentas utilizadas para desenvolvimento de aplicações inteligentes e análise de dados.

Introdução

Inteligência artificial (IA) é entendida, muitas vezes, como uma tecnologia que transforma a vida dos seres humanos por meio de máquinas e robôs. No entanto, na verdade, ela contribui para o aperfeiçoamento de sistemas e processos em diversas áreas. Além disso, há técnicas e ferramentas de IA responsáveis pela aprendizagem de máquina (*machine learning* e *deep learning*) e pela análise de dados (*big data*).

Neste capítulo, você vai conhecer o conceito de IA e os mitos e verdades relacionados. Vai também estudar como a engenharia do conhecimento contribui para a criação de sistemas inteligentes, além das tecnologias e ferramentas mais importantes no desenvolvimento de aplicações inteligentes e análise de dados.

Mitos e verdades sobre IA

O conceito de IA surgiu em 1956 com o objetivo de imitar o comportamento humano por meio de computadores. Com os avanços tecnológicos ocorrendo rapidamente, a maneira como as coisas são produzidas e utilizadas foi modificada, dando lugar a máquinas e robôs inteligentes fazendo parte do cotidiano das pessoas.

Sem saber, utilizamos muito a IA no dia a dia. Por exemplo, aplicativos como Google Maps e Waze, que cruzam dados para achar a melhor rota, economizando tempo e evitando tráfego intenso, são exemplos de aplicações que utilizam a IA. Outro exemplo é o Google, que utilizamos para buscar qualquer informação. Para cada pessoa, é traçado um perfil de acordo com dados coletados durante a navegação, e as opções das pesquisas realizadas pelo usuário são exibidas. O mesmo acontece em plataformas de *streaming*, como Netflix: a lista de filmes selecionados para um usuário é baseada em suas escolhas anteriores.

Além disso, a IA está presente em praticamente todos os ramos, como você pode verificar nos exemplos a seguir.

- Indústria: automatiza processos.
- Vendas e *marketing*: compreende o padrão de comportamento do cliente.
- Saúde: identifica uma doença com base no histórico do paciente.
- Segurança: cria mecanismos de segurança.
- Ensino: auxilia no processo de ensino aprendizagem do aluno.
- Robótica: contribui com melhorias significativas.
- Ciência dos dados: auxilia na solução de problemas.

A IA ainda não é de fato compreendida pela população. Muitas pessoas têm em mente que a IA vai interagir e controlar a humanidade por meio de robôs com sentimentos e emoções, como apresentados no universo cinematográfico em filmes como *Matrix*, *Inteligência artificial*, *O exterminador do futuro*, *Blade runner*, entre outros. No entanto, a definição de inteligência artificial compreende muito mais do que robôs substituindo seres humanos, carros voadores, carros inteligentes que não precisam de motorista para guiá-lo, entre outros. A inteligência artificial poder ser considerada um novo motor que impulsiona e faz parte da nossa vida cotidiana, da mesma forma que a energia elétrica (MUSSA, 2020).

Define-se IA como um *software* inteligente que realiza tarefas que antes eram feitas somente pelo ser humano, como a escrita, a leitura ou a fala de um texto, o aprendizado de algo novo, o reconhecimento de expressões faciais, entre outros. O Quadro 1 apresenta um resumo sobre o que é mito e o que já é realidade em relação à IA.

Quadro 1. Mitos e verdades sobre a inteligência artificial

Mito	Realidade
A IA substituirá o trabalho de desenvolvedores.	A IA já mudou e continuará mudando funções existentes, além de criar novas posições de trabalho conforme evoluir.
Tomará decisões e fará diagnósticos médicos de altíssima complexidade.	Um médico ou outro profissional de saúde ainda terá a palavra final para determinar um diagnóstico, mas a IA fará com que esse processo seja feito em minutos, em vez de dias ou semanas.
Controlará pessoas.	É usada para automatização e para impulsionar a eficiência auxiliando as pessoas a serem mais produtivas.
Não compreenderá as necessidades do cliente.	Melhora o relacionamento com o clinte. A utilização de *chatbots* é um exemplo.
Dificilmente conseguirá identificar pessoas.	Uma de suas aplicações mais importantes é a identificação e a prevenção de ameaças à segurança, como a identificação facial e o reconhecimento da voz.
Não conseguirá prever as tendências para o futuro em diversas áreas do conhecimento.	Realiza previsões com base em pesquisas e análises.

Os sistemas de IA não armazenam e manipulam apenas dados, mas também adquirem, representam e manipulam o conhecimento. Na manipulação do conhecimento, está a competência de deduzir ou inferir novos conhecimentos ou a relação sobre fatos e conceitos diante da existência do conhecimento sobre um determinado assunto, o que auxilia na resolução de problemas complexos.

Para Mussa (2020), a IA utiliza modelos matemáticos ou estatísticos em determinadas aplicações em busca de resultados precisos e robustos com o objetivo de encontrar o modelo estatístico ideal para a aplicação, dividindo a amostra em duas partes: uma para treinar e outra para validar o modelo estatístico.

Para compreender como a inteligência humana está relacionada com a IA por meio de seus métodos, observe o Quadro 2, que apresenta alguns exemplos comparando inteligência humana e técnicas de IA.

Quadro 2. Inteligência humana × inteligência artificial

Inteligência humana	Inteligência artificial
Raciocínio lógico	*Softwares* especialistas que simulam o raciocínio de um profissional experiente em uma determinada área do conhecimento.
Aprendizagem	*Machine learning* (aprendizagem de máquina), que habilita os computadores para realizar tarefas como reconhecimento de fala e identificação de imagens.
Adaptação	Os algoritmos genéticos são um exemplo, uma vez que buscam a melhor solução para um determinado problema.

A IA pode ser classificada como genérica (forte) e estreita (fraca) (MUSSA, 2020).

IA genérica, ou IA forte

Considera que as máquinas poderão realizar todas ou quase todas as tarefas que o ser humano pode fazer, como pensar, desenvolver, autoaprimorar-se, sendo melhor que o ser humano. Isso significa que podem chegar à singularidade, ou seja, a IA superando a inteligência humana, dotada de consciência e emoções.

A IA forte utilizaria algoritmos cognitivos baseada em caráter filosófico, uma vez que ainda não existem comprovações para o seu desenvolvimento. Como exemplo, temos o supercomputador de IA da IBM, conhecido como Deep Blue, que em 1997 derrotou o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov. No entanto, mesmo que o Deep Blue tenha superado o enxadrista humano, essa vitória não trouxe alegria ou superação. Apenas se sabe que a tarefa

foi encerrada. Portanto, por mais incríveis que algoritmos cognitivos sejam e já auxiliem a humanidade, ainda não são de fato sinônimos de uma IA forte (MUSSA, 2020).

IA estreita, ou IA fraca

É utilizada em vários segmentos e realiza tarefas específicas, como os sistemas de tradução de textos, o reconhecimento facial, as pesquisas na internet e a classificação de *e-mails* considerados *spam*. O algoritmo de IA estreita para identificar *spams*, por exemplo, considera as características dos *e-mails* (assunto, remetente e *hiperlinks*) e as informações de quais são ou não *spam*.

A IA estreita permitiu a criação de diversos sistemas, serviços e produtos, automatizando as tarefas e gerando capital para as empresas que a utilizaram, como Google, Amazon, Facebook, Alibaba, Waze, Uber, entre outras.

Fique atento

Este capítulo será baseado na IA estreita.

Uma das aplicações muito utilizadas é a transcrição de áudio, que consiste em registrar o que uma pessoa fala em texto. Para isso, foi preciso treinar os algoritmos com a reprodução de incansáveis áudios humanos em um determinado idioma, para que pudessem aprender a transcrição (MUSSA, 2020). Um exemplo é o *chatbot* de atendimento de *e-commerce*. Quando o cliente entra em um *site* para fazer uma compra, por exemplo, e quer saber mais detalhes de um determinado produto ou tirar uma dúvida, o usuário acessa o *chatbot*, que interpreta sua voz e seu texto e retorna com as respostas encontradas na base de dados.

O objeto de estudo da inteligência artificial ainda não é claro para que o ser humano compreenda de forma satisfatória seus processos e como representa o conhecimento. Primeiramente, seria necessário dominar os conceitos de inteligência humana e conhecimento. Para Mussa (2020), uma das dificuldades envolvidas na compreensão da IA é que consiste num vasto campo de conhecimento composto por distintos grupos e subgrupos de métodos. Alguns desses métodos podem ser implementados, e outros ainda precisam de aperfeiçoamento com base em pesquisas.

Engenharia do conhecimento para criação de sistemas inteligentes

A engenharia do conhecimento consistia em criar sistemas especialistas transferindo o conhecimento dos profissionais que dominavam sua área de atuação e possuíam seus próprios métodos de raciocínio. No entanto, esses sistemas se tornaram complexos e limitados, uma vez que os profissionais eram limitados e incertos, além de haver variação de raciocínio de um profissional para outro (ABEL; FIORINI, 2003).

À medida que foram sendo realizados estudos, a engenharia do conhecimento substituiu a abordagem baseada apenas no conhecimento humano por uma abordagem de modelagem que explorava mais a inteligência do computador e a interação de um agente inteligente para solucionar problemas. Diante dessa evolução, os sistemas especialistas e os baseados em conhecimento foram chamados de **sistemas de conhecimento**, por utilizarem o conhecimento como base (SCHREIBER *et al*., 2000). São a base da IA, que tem como objetivo desenvolver sistemas inteligentes para simular ou emular a tomada de decisão das pessoas. A Figura 1 apresenta a relação entre os sistemas inteligentes, sistemas baseados em conhecimento e os sistemas especialistas.

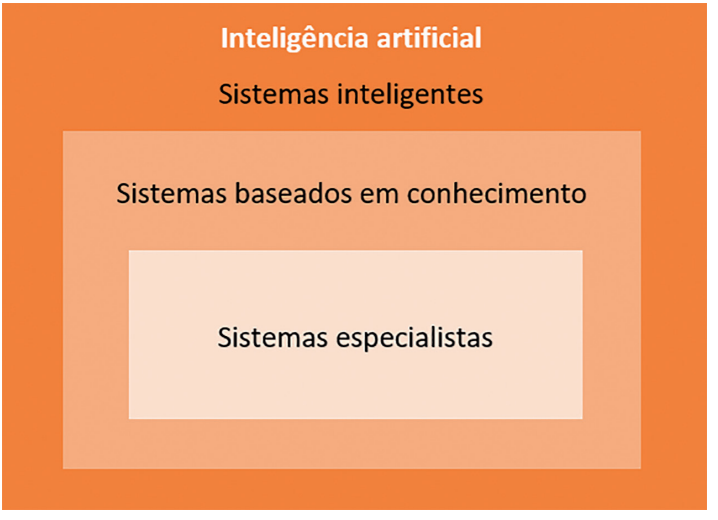


Figura 1. Relação entre os sistemas inteligentes, sistemas baseados em conhecimento e sistemas especialistas.
Fonte: Adaptada de Rezende (2003).

Os sistemas inteligentes realizam atividades que se assemelham ao raciocínio humano na resolução de problemas. As principais características dos sistemas inteligentes estão listadas a seguir (REZENDE, 2003).

- Utilizam conhecimento para realizar atividades ou solucionar problemas.
- Realizam associações para trabalhar com problemas complexos semelhantes a problemas reais.
- Armazenam e recuperam de forma eficiente um grande volume de informações que auxiliam na tomada de decisões.

Os sistemas inteligentes podem ser desenvolvidos com técnicas de forma isolada ou em conjunto, auxiliando o processo de decisão para representar o conhecimento humano, como aquisição do conhecimento, aprendizado de máquina, redes neurais, lógica difusa (*fuzzy*), computação evolutiva, agentes e multiagentes, mineração de dados e de texto.

Os sistemas inteligentes baseados em conhecimento e sistemas especialistas manipulam o conhecimento e a informação para resolver problemas específicos e que precisam de conhecimento humano. Suas principais características estão listadas a seguir (REZENDE, 2003).

- Usam uma linguagem de fácil compreensão para perguntar ao usuário sobre as informações de que necessita.
- Criam um raciocínio com base nas informações extraídas pelos usuários e do conhecimento que essas informações possuem para encontrar uma solução.
- Têm um bom desempenho para compensar possíveis erros.

A principal atividade da engenharia do conhecimento é modelar e construir sistemas baseados em conhecimento, usados em diferentes segmentos, como medicina, engenharias, negócios, ciências, acadêmico, comercial, entre outros. A seguir são apresentadas algumas dessas atividades (REZENDE, 2003).

- Interpretação e análise de dados: processamento de imagens, reconhecimento da fala, análise de circuitos elétricos, etc.
- Classificação: diagnóstico de doenças, verificação de falhas em sistemas, etc.
- Monitoramento de sistemas: por exemplo, em usinas nucleares, tráfego aéreo, etc.

- Planejamento: planejamento da sequência de ações de robôs, experimentos em genética e ações militares, etc.
- Previsão: previsão do tempo, previsões financeiras, etc.
- Projeto: desenvolvimento de especificações de um objeto, como leiaute de circuitos e de computadores e tubulações de aviões.

Além dessas atividades, existem outras baseadas nas características de aprendizagem: os computadores conseguem aprender com base nos processamentos anteriores. Esse tipo de aprendizagem é conhecido como *machine learning* e pode ser implementado em ferramentas específicas, como na identificação de fraudes com cartão de crédito. Por exemplo, imagine que uma pessoa realiza suas compras presencialmente ou pela internet sempre em Belo Horizonte/MG. A operadora do cartão de crédito pode identificar uma compra realizada em outra cidade utilizando *machine learning* para verificar uma transação suspeita.

Um subconjunto do *machine learning* é o *deep learning* (aprendizagem profunda) baseado nas redes neurais artificiais (RNAs) que imitam o comportamento do cérebro humano e tentam entender as informações que o cérebro humano transmite. As RNAs se assemelham aos neurônios do cérebro que conduzem a informação. Um exemplo de uso do *deep learning* é no diagnóstico de doenças utilizando a comparação de imagens de uma base de dados.

Além de a IA estar diretamente aliada aos avanços tecnológicos nos campos do *machine learning* e do *deep learning*, existe a estatística que modela as incertezas e estima fenômenos futuros por meio de coleta, análise e interpretação de dados. A estatística dá apoio para a era do *big data* e o enfrentamento dos desafios e oportunidades da indústria 4.0 e da internet das coisas (IoT, do inglês *internet of things*). O *big data* analisa e interpreta um grande volume de dados que não possuem relação entre si, como fotos, vídeos, publicações em redes sociais, entre outros.

Tecnologias e ferramentas para aplicações inteligentes e análise de dados

Nesta seção, serão detalhadas algumas das principais tecnologias e ferramentas fundamentais para o presente e o futuro da IA, como as técnicas de *machine learning* e *deep learning* e a tecnologia para análise e modelagem de dados, o *big data*.

Machine learning

Machine learning, ou aprendizagem de máquina, como vimos, tem o objetivo de compreender a estrutura dos dados utilizados e adaptá-los a modelos conhecidos, facilitando a interpretação, a análise e a predição de informações por meio de algoritmos. Uma de suas características é aprender com os dados fornecidos (CLAUDINO, 2019). Muitas aplicações utilizam o *machine learning* em problemas reais, como diagnóstico de doenças, reconhecimento de imagens, voz e facial, detecção de fraudes, jogos de xadrez, veículos autônomos, entre outros.

Para compreender como funciona, considere as preferências de um usuário para a seleção de filmes em uma plataforma de *streaming*. Para cada usuário, a plataforma de disponibiliza as opções de vídeos alinhadas aos interesses pessoais com base no comportamento de visualização dos vídeos. A seleção da imagem dos vídeos é selecionada por um algoritmo que define quais imagens os usuários teriam mais chances de selecionar. Se o usuário gosta de um filme de romance, e a plataforma lançou um filme de romance e drama, a imagem que irá aparecer estará vinculada a romance. Para os usuários que gostam de drama, a imagem estará vinculada a drama.

O *machine learning* pode ser classificado em supervisionado e não supervisionado (CLAUDINO, 2019).

Supervisionado

Possui um resultado esperado, com base nos dados que treinam o algoritmo. No exemplo da plataforma de *streaming*, sabe-se que as opções de filmes disponibilizadas na etapa de treinamento estão de acordo com as preferências do usuário (com base nas opções de vídeos assistidos anteriormente). Assim, o algoritmo é supervisionado durante o aprendizado para que possa retornar à função para gerar o resultado esperado quando um novo vídeo for inserido.

O *machine learning* supervisionado pode se dar por classificação ou por regressão. A primeira classifica de forma eficaz e correta o novo dado com base nos critérios de classificação feitos na etapa de treinamento, como a classificação de um tumor em benigno ou maligno. A segunda usa os dados obtidos no treinamento para gerar uma função que irá ditar como uma variável irá se comportar em relação a outras, por exemplo, um método estatístico para identificar a idade de uma pessoa.

Não supervisionado

Nesse caso, computadores precisam aprender padrões, conceitos e dados não rotulados sem supervisão. No exemplo da plataforma de *streaming*, os computadores precisam identificar a semelhança dos dados com base em padrões ou repetições e retornar à base com a presença ou a ausência dessas semelhanças em cada novo vídeo inserido. Os resultados obtidos serão úteis para guiar a análise dos dados pelos algoritmos.

Outro exemplo de *machine learning* não supervisionado é a detecção de anomalias, responsável por detectar peças defeituosas em um *hardware* ou identificar fraude durante uma transação. Pode se dar por agrupamento, associação ou sumarização. Por agrupamento, os dados são agrupados de acordo com as suas similaridades, como o agrupar clientes de uma loja de acordo com suas preferências. Por associação, procura padrões relacionados entre os atributos de um conjunto de dados, como produtos vendidos em conjunto. Já por sumarização, busca uma descrição simples e compacta para um conjunto de dados, como sumarizar notícias.

Aprendizagem por reforço

Esse tipo é baseado na punição de uma ação negativa e na recompensa por uma ação positiva. A máquina escolhe entre um grupo de opções, um caminho a seguir para chegar ao resultado do problema e analisa qual foi o resultado obtido no fim. Sempre que a solução encontrada não é satisfatória, a máquina altera a estratégia de solução do problema. Esse método é utilizado em algoritmos de instituições financeiras ou em investimentos, uma vez que pode escolher um investimento de risco e auxiliar na obtenção de um lucro maior em relação a investimentos convencionais.

Deep learning

Há diferentes formas de adquirir o conhecimento: em livros, conversas entre colegas, videoaulas, atividades colaborativas, etc. A IA permitiu que outras formas de conhecimento e de aprendizagem fossem adquiridas, sendo uma delas *deep learning*, ou aprendizagem profunda, responsável pelo progresso da IA nos últimos anos, compondo a parte avançada do *machine learning*.

Trata-se de uma técnica usada para extração de padrões de dados de forma automatizada, que usa o menor esforço para realizar a leitura de um grande volume de dados e modelá-los em um alto nível de abstração (SCHMIDHUBER, 2015). Essa técnica utiliza as redes neurais artificiais (RNAs)

como base para captar o comportamento do cérebro humano e compreender as informações obtidas. Pode ser utilizada no processamento e no reconhecimento de imagens, na identificação de doenças, no desenvolvimento de medicamentos, entre outros.

RNAs, portanto, são técnicas baseadas na forma como os neurônios funcionam no sistema nervoso animal. Executam um determinado número de ações com base em uma lista de entrada e retornam uma resposta (MCCULLOCH; PITTS, 1990). Para compreender o funcionamento das RNAs, considere a utilização de portas lógicas. A porta lógica AND possui um resultado verdadeiro somente se as entradas forem verdadeiras, conforme apresentado na tabela verdade do Quadro 3. O nível 1 é considerado verdadeiro, e o nível 0 é considerado falso. Dessa forma, dadas as entradas, a rede neural realiza o cálculo da função AND e gera o resultado (CLAUDINO, 2019).

Quadro 3. Tabela verdade da porta lógica AND com as entradas A e B

Entrada A	Entrada B	Saída
Falso (nível 0)	Falso (nível 0)	Falso (nível 0)
Falso (nível 0)	Verdadeiro (nível 1)	Falso (nível 0)
Verdadeiro (nível 1)	Falso (nível 0)	Falso (nível 0)
Verdadeiro (nível 1)	Verdadeiro (nível 1)	Verdadeiro (nível 1)

Fonte: Adaptado de Claudino (2019).

Por exemplo, imagine uma rede neural para reconhecimento de imagens, que precisa identificar a imagem de um pássaro e possui duas entradas A e B. As redes neurais realizam diversas ações para que seja identificada a melhor imagem da pesquisa realizada. Dessa forma, as únicas imagens que se aproximariam do resultado encontrado (a imagem de um pássaro) seriam a entrada A (verdadeira) e a entrada B (verdadeira), gerando como saída um resultado verdadeiro.

As técnicas de *deep learning* podem ser classificadas conforme segue (CLAUDINO, 2019).

- Redes para aprendizado supervisionado: auxiliam na classificação de padrões caracterizados na distribuição das classes.
- Redes de aprendizado não supervisionado, ou de geração: têm o objetivo de identificar a relação dos dados visíveis ou observados de

forma a facilitar a análise de padrões quando não há informações rotuladas sobre esses dados. No aprendizado de geração, os dados visíveis são caracterizados nas distribuições estatísticas conjuntas, tratadas como parte dos dados.

- Redes híbridas: são topologias que utilizam os métodos generativos ou discriminativos.

Uma das aplicações do *deep learning* está na classificação e na detecção de objetos em imagens de acordo com objetos previamente conhecidos, baseados em redes neurais convolucionais (CNNs, do inglês *convolutional neural network*).

Saiba mais

CNN é uma classe das redes neurais que utiliza o algoritmo de aprendizagem profunda para análise e processamento de imagens digitais.

Krizhevsky, Sutskever e Hinton (2012) treinaram um algoritmo que consegue classificar mais de um milhão de imagens em alta resolução do banco ImageNet utilizando diferentes classes. Para isso, uma CNN foi utilizada com 60 milhões de parâmetros e 650 mil neurônios distribuídos por cinco camadas convolucionais. O resultado do algoritmo pode ser visto na Figura 2.

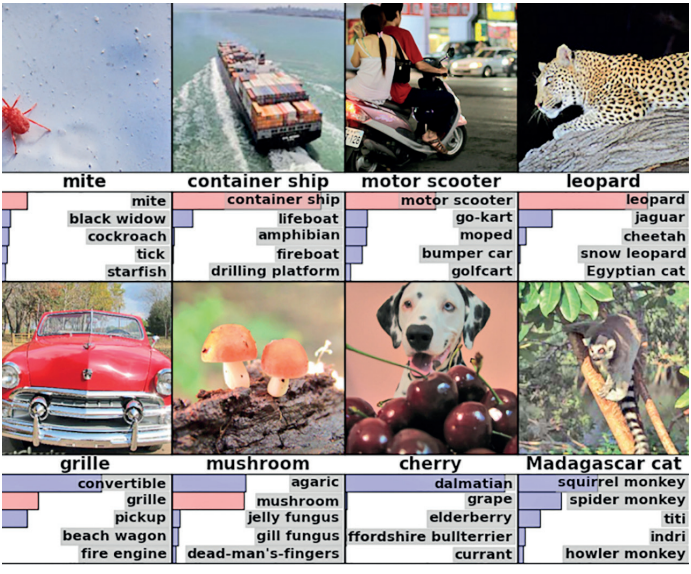


Figura 2. Imagens aplicadas ao algoritmo de classificação de imagens.
Fonte: Krizhevsky, Sutskever e Hinton (2012, p. 8).

A Figura 2 apresenta oito imagens que foram classificadas pelo algoritmo: *mite* (ácaro), *container ship* (navio de contêiners), *motor scooter* (motocicleta), *leopard* (leopardo), *grille* (grade), *mushroom* (cogumelo), *cherry* (cereja) e *Madagascar cat* (gato-madagascar). O algoritmo classificou as cinco classes prováveis geradas pelo resultado. As classes possuem uma probabilidade de acerto e a probabilidade na cor rosa representa a classe que descreve o objeto da imagem de forma correta.

Como vimos, o *deep learning* utiliza ferramentas que auxiliam na análise de dados, como o Knime, um *software* de código-fonte aberto e gratuito que realiza integração, análise e mineração de dados. Pode ser utilizado, por exemplo, na área farmacêutica para analisar os dados médicos, na área de mineração de textos, entre outras. Outra ferramenta importante é o *framework* Deeplearning4J, que possui o código aberto em Java e é voltado ao ambiente de negócios. O Lasane, por sua vez, fornece auxilia a abstrair a complexidade do processamento dos algoritmos de *deep learning* disponibilizando uma interface amigável em Python.

Big data

Pesquisar na internet é uma ação comum, realizada diariamente pelos usuários. Com essas buscas, é possível identificar oportunidades de *marketing* para aumentar a produtividade e auxiliar as organizações a tomarem decisões. Para isso, são utilizadas ferramentas de *big data* a fim de lidar com um alto volume de dados em alta velocidade.

Big data é uma grande base de dados contida em repositórios, não necessariamente organizados de maneira estruturada, disponibilizados em servidores. Alguns aspectos precisam ser considerados em relação ao *big data*, conhecidos como os 5Vs, e estão listados a seguir (BARBIERI, 2011).

- Volume: a coleta de dados se dá por diversas fontes, como redes sociais, navegadores de internet, *e-commerce*.
- Velocidade: deve-se considerar a velocidade com que celulares, navegadores, sensores, etc., geram os dados para que sejam tratados adequadamente.
- Veracidade: é preciso verificar se as informações são verdadeiras antes de coletar os dados.
- Variedade: os dados estruturados (ou não), coletados e minerados podem ter diferentes fontes, como vídeo, áudio, *e-mail*.
- Valor: os dados coletados agregam valor às organizações na tomada de decisão.

Uma ferramenta *open source* de *big data* é o Hadoop, usada para processar grandes volumes de dados, disponibilizando informações para a análise de negócios. Empresas como Walmart e Nike, por exemplo, utilizam as informações obtidas pela mineração de dados para realizar pesquisas de mercado e traçar o perfil de consumo dos clientes (NUNES, 2016). O Hadoop manipula um grande volume de dados e realiza o processamento de servidores geograficamente distribuídos, uma vez que sua escalabilidade aceita a arquitetura em *cluster*. Empresas têm utilizado o *big data* juntamente à inteligência artificial para compreender como os dados e as informações que antes ficam restritas a um pequeno grupo de pessoas podem gerar novas ideias e novos projetos para as organizações, já que a IA é alimentada com os dados extraídos do *big data*.

Além disso, existem tecnologias aplicadas à robótica, como as listadas a seguir.

- *Transfer learning* (aprendizado de transferência): armazena o conhecimento adquirido na resolução de um problema e o aplica em outro problema similar.
- *Reinforcement learning* (aprendizagem por reforço): agentes inteligentes realizam ações em um ambiente maximizando a recompensa.
- *Generative adversarial network* (rede generativa adversária): gera um conteúdo que, ao ser avaliado, não se sabe se é real ou não.

Como vimos, a IA vai além de robôs e máquinas que executam funções para substituir o ser humano, estando presente em praticamente todas as nossas atividades atualmente. Permitiu a criação de diversos sistemas, serviços e produtos, automatizando as tarefas e gerando capital para empresas como Google, Amazon, Facebook, Alibaba, Waze, Uber, entre outras. A engenharia do conhecimento, por sua vez, modela e auxilia na construção de sistemas inteligentes e sistemas baseados em conhecimento usados em diferentes segmentos.

Referências

ABEL, M.; FIORINI S. R. Uma revisão da engenharia do conhecimento: evolução, paradigmas e aplicações. *International Journal of Knowledge Engineering and Management*, v. 2, nº 2, p. 1–35, 2013.

BARBIERI, C. *BI2-Business intelligence*: modelagem e qualidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CLAUDINO, L. S. A. *Machine learning*. Londrina: Educacional S.A., 2019.

KRIZHEVSKY, A.; SUTSKEVER, I.; HINTON, G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 25., 2012, Nevada. *Anais* [...]. Nevada: NIPS, 2012.

MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biology*, v. 52, nº 1/2, p. 99–115, 1990. Disponível em: https://www.cs.cmu.edu/~./epxing/Class/10715/reading/McCulloch.and.Pitts.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

MUSSA, A. *Inteligência artificial*: mitos e verdades. São Paulo: Saint Paul, 2020. (*E-book*).

NUNES, S. *Banco de dados relacional e big data*. Valinhos: Sérgio Nunes, 2016.

REZENDE, S. O. *Sistemas inteligentes*: fundamentos e aplicações. Barueri: Manole, 2003.

SCHMIDHUBER, J. Deep learning in neural networks: an overview. *Neural Networks*, v. 61, p. 85–117, 2015.

SCHREIBER, G. *et al*. *Knowledge engineering and management*: the commonkads methodology. Cambridge: MIT Press, 2000.

Leitura recomendada

DAVENPORT, H. T. *Big data at work*: dispelling the myths, uncovering the opportunities. Cambridge: Harvard Business Review, 2014.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

INTRODUÇÃO A BIG DATA E INTERNET DAS COISAS

Izabelly Soares
de Morais

Introdução à ciência de dados

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Definir o conceito de ciência de dados.
- Discutir dados e tomada de decisão.
- Definir características do cientista de dados.

Introdução

Você sabia que, ao acessarmos praticamente qualquer dispositivo eletrônico, estamos, de certa forma, inserindo nossos dados e, com o tempo, os dispositivos acabam guardando esses dados, gerando diversas informações sobre nós? Estamos vivendo na era da informação.

Neste capítulo, você compreenderá o que é a ciência de dados, como ela pode influenciar na tomada de decisões, e até mesmo no relacionamento entre os seres humanos e suas atividades frequentes, quando há o uso intermediário de algum recurso tecnológico. Além disso, conhecerá as características que definem os cientistas de dados, profissionais responsáveis por exercer essa função tão inovadora e desafiante.

Ciência de dados

Uma das necessidades explícitas da sociedade atual é aprender a lidar com a tecnologia. Apesar de isso transparecer como algo natural, na verdade, não o é, tendo em vista que, com o passar dos tempos, a própria tecnologia foi sendo moldada para atender à alta demanda social.

Antes, os primeiros recursos tecnológicos que envolviam uso de eletricidade tinham pouquíssimas funcionalidades — isso quando não se limitavam a apenas uma. Se voltarmos um pouco no tempo, quando os primeiros recursos computacionais começaram a ser desenvolvidos, vemos que o maior objetivo

era justamente o de aprender a lidar com os dados. Os registros eram poucos e não demandavam componentes físicos tão sofisticados como os que temos hoje. Porém, a sociedade foi se interessando cada vez mais por esses artefatos que auxiliam, de certa forma, em suas atividades cotidianas.

Mas o que são esses dados? Antes de tudo, é importante destacar que um dado sem uma informação não tem sentido. Dados podem ser exemplificados como números em uma planilha: quando adicionamos um contexto a eles, estamos gerando informações (como colocar, ao lado dos números, nomes de produtos ou legendas, como datas, valores, dentre outros).

Por falar nisso, você já parou para prestar atenção na quantidade de dados que você mesmo gera na rede? Comece olhando sua caixa de e-mail: são muitas informações! Você também já fez alguma pesquisa sobre algo, um produto, uma dúvida ou serviço e, quando acessou suas redes sociais ou e-mail, deparou-se com promoções e dicas sobre o assunto de sua busca? Então, as empresas, em conjunto com as ferramentas tecnológicas, possuem diversos meios de obter informações de você, mesmo que de forma "discreta".

Saiba mais

Par entender o que é um dado e o que é uma informação, podemos pensar no número 25. Que lembrança esse número traz para você? Bem, caso não seja seu aniversário ou alguma data especial para você, pode ser visto apenas como um número qualquer. Porém, se adicionarmos o contexto de 25 de dezembro, podemos associá-lo às festividades natalinas. É dessa forma que uma informação é tida, na junção do dado bruto com um contexto.

A ciência de dados surgiu com a necessidade de lidarmos com a enorme quantidade de dados e informações geradas por nossas ações em conjunto com algum artefato — neste caso, tecnológico. Ela atende a uma demanda interdisciplinar, na qual estão inseridas outras tecnologias voltadas aos dados, como *Big Data*. O termo foi mencionado inicialmente em meados de 2010, mas, antes, seus conceitos eram compreendidos por outros termos, como OLAP (*Online Analytical Processing*) e BI (*Business Intelligence*). Podemos notar que, apesar de conseguirmos visualizar claramente a quantidade de dados que temos ao nosso redor, variantes do termo já vêm sendo utilizadas há algum tempo.

A partir da Figura 1, podemos perceber que a ciência de dados é interdisciplinar, tendo em vista que pode estar associada à ciência da computação, já que armazena, obtém e trata os dados; com a estatística e a matemática,

porque realiza análises estatísticas de mineração e filtragem de dados; e, consequentemente, com design gráfico e especialização científica, uma vez que dados são visualizados, refinados e, principalmente, questionados.

Figura 1. Ciência de dados: interdisciplinar.
Fonte: Provost e Fawcett (2016).

Influência da ciência de dados na tomada de decisões

O mundo contemporâneo está sujeito a lidar com acentuadas transições, não só tecnológicas, mas também políticas, sociais e até mesmo econômicas. A cada dia que passa, novas descobertas em todos os setores afetam todos os ciclos nos quais elas estão imersas. Com isso, surgem, também, novos padrões e mudanças potenciais, as quais trazem uma maior dificuldade no processo de tomada de decisões.

Quando você vai realizar uma compra, geralmente, você se questiona sobre como irá realizar o pagamento daquele produto, e as lojas, para não perder os clientes, oferecem várias opções de pagamentos. Você, como cliente, tem que decidir se vai dividir em mais vezes, com juros, ou em menos vezes, apesar de o valor das parcelas, logicamente, ser maior nesse último caso. Para tomar essa decisão, você estabelece suas próprias possibilidades diante de todo um contexto, como, por exemplo, se irá sobrar crédito ou dinheiro para as demais

compras ou contas do mês. Você pode associar uma situação do seu cotidiano como essa, que, por acontecer diretamente com você, tem uma pequena dimensão, às mesmas decisões sendo tomadas por uma empresa, que lida com negócios enormes e com diversos processos simultâneos.

De acordo com Provost e Fawcett (2016) (Figura 2), a ciência de dados (ou *data science*) se insere no contexto de diversos outros processos intimamente associados e relacionados com dados na organização e se distingue de outros aspectos do processamento de dados que estão ganhando cada vez mais atenção nos negócios.

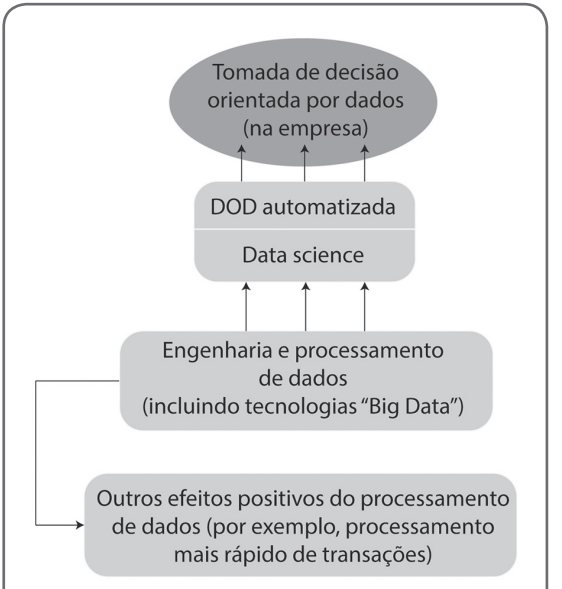


Figura 2. *Data science* (ciência de dados) no contexto dos diversos processos relacionados a dados na organização.
Fonte: Provost e Fawcett (2016, p. 5).

Ainda sob o ponto de vista dos autores, a tomada de decisão orientada por dados (DOD) refere-se à prática de basear as decisões na análise dos dados, em vez de apenas na intuição. Por exemplo, um negociante poderá selecionar anúncios baseado puramente em sua longa experiência na área e em sua intuição

sobre o que funcionará; além disso, pode basear sua escolha na análise dos dados sobre a forma como os consumidores reagem a diferentes anúncios ou utilizar uma combinação dessas abordagens.

Você notou que os autores confirmaram justamente o que conversamos anteriormente, sobre surgirem diversas propagandas de produtos em e--mails e redes sociais de coisas para as quais você fez alguma busca? Essas abordagens se tornaram cada vez mais comuns no mundo dos negócios. A partir do momento em que essas grandes corporações reconhecem a importância da análise de dados, esses recursos passam a ser aplicados em grandes operações de mineração de dados, gerando marketing direto, ou seja, direcionado ao perfil dos usuários, publicidades on-line, avaliações de crédito, para que não sejam ofertados produtos e serviços incoerentes com os perfis dos clientes, gestão central de atendimento, recomendações de produtos, dentre outros.

Uma empresa investe no gerenciamento e na análise de dados com o intuito de obter oportunidades para geração de receitas e para redução de custos em seus processos visando o lucro financeiro. Durante a década de 1990, a tomada de decisão automatizada trouxe diversas mudanças a vários setores, principalmente os bancários e de empresas de telecomunicações. Na época, o foco era controlar a quantidade de fraudes, por isso, passaram a implantar o gerenciamento de decisões de controle de fraudes orientadas em dados. Hoje, sabemos que toda empresa que visa crescer no mundo dos negócios implanta de alguma forma a análise de seus dados, nem que seja por meio de percepções cotidianas.

A tomada de decisão identifica as principais etapas no processo decisório para estabelecer pontos cruciais que apoiem planos de ação com o intuito de desenvolver uma melhoria geral de todos os indicadores do negócio.

Nesse processo, a ciência de dados contribuirá com o levantamento de informações relevantes para dar suporte as decisões. Esses fatores são essenciais para que haja uma análise e, consequentemente, identificação e resolução de problemas nos processos empresariais do negócio. A ciência de dados levanta, também, questionamentos como: quais são os pontos que devem ser previstos, o que deve ser feito com todos os dados, quais podem ser as consequências, como os dados serão expostos e quais são os mais relevantes, como as questões de privacidade serão resolvidas, como devemos verificar se existe alguma anomalia ou padrões nos dados, qual modelo será mais adequado, como ele será validado, qual foi o aprendizado obtido com a análise dos dados.

Saiba mais

Quando falamos de dados, podemos deparar-nos com outros termos, como:

- *Big Data*: está associado a grande volume de dados que são processados por ferramentas específicas, já que ferramentas tradicionais, como planilhas e anotações vagas, não possuem suporte suficiente e eficaz para processá-las. Podemos associar esse conceito a volume, velocidade de atualização e variedade dos formatos.
- *Data warehouse*: é um tipo especializado de banco de dados que reúne dados de um banco de dados de transações, de modo que eles possam ser analisados (TURBAN; VOLONINO, 2013, p. 59).
- *Business Intelligence* (BI): implica adquirir dados e informações (e, talvez, conhecimento) de uma grande variedade de fontes, organizá-los em um *data warehouse* e usá-los na tomada de decisões (TURBAN; VOLONINO, 2013, p. 104).

Características de um cientista de dados

Com o surgimento de diversos termos relacionados aos dados, a necessidade de profissionais que fossem capacitados para lidar com as mais variadas tecnologias e contextos ficou mais evidente. De acordo com Amaral (2016), após *Big Data* se tornar evidente, o profissional para lidar com tudo isso precisava, na maioria das vezes, lidar com estatística, NoSQL, Cloud Computing, mineração de dados, dentre outros.

Fique atento

Conforme Godoi (2018), podemos destacar algumas atividades que são destinadas a alguns cargos específicos dentro das empresas.

- *Data scientist*: participa da formulação do problema, hipóteses de resolução e análise de resultados.
- *Business analyst*: analisa os dados gerados em relação ao negócio ou empresa avaliada.
- *Data analyst*: analisa os dados disponibilizados em busca de solução para os problemas enfrentados.

Porém, outro questionamento também passou a ter relevância: onde iriam encontrar um profissional com tantas qualificações? Essa lista de qualificações chegou a ser comparada às habilidades que apenas o supercomputador Watson (da IBM) possuía e possui até hoje.

O mercado almeja um profissional que tenha habilidades não só com tecnologias, mas também com matemática, estatística e conhecimentos em negócios, ou seja, na área administrativa, como podemos perceber pelo levantamento realizado por Amaral (2016) (Quadro 1), em que temos uma visão de um profissional de mercado, ou seja, o que realmente é possível de encontrar no mercado, e um profissional que demanda características quase que impossíveis, como o fato de haver uma única pessoa que seja especialista em todas as áreas.

Quadro 1. Qualificações do cientista de dados

Profissional de mercado	Profissional idealizado
Conhecimento multidisciplinar	Especialista em todas as áreas
Gerência de projetos	Foco em conhecimento técnico
Liderança	Trabalha sozinho
Equipe de especialistas	Especialista em todas as áreas

O nome *data scientist* ou cientista de dados foi utilizado pela primeira vez em 2008 e pode ser definido como um profissional de alto nível de formação, com curiosidade de fazer descobertas no mundo de *Big Data*: "[...] um cientista de dados é alguém que é curioso, que analisa os dados para detectar tendências", disse, recentemente, Anuul Bhambhri, vice-presidente de produtos *Big Data* da IBM. "É quase como um indivíduo renascentista, que realmente quer aprender e trazer a mudança para uma organização" (TAURION, 2013).

Link

Acesse o link a seguir para obter mais informações sobre o cientista de dados.

https://goo.gl/2PHZqk

Exemplo

Exemplos de ferramentas utilizadas para apresentação de dados: IBM Watson Analytics, Tableau, TIBCO Spotfire, Rapid Miner, Sisense, dentre outras.

Referências

AMARAL, F. *Introdução à ciência de dados*: mineração de dados e big data. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. *Data Science para negócios*: o que você precisa saber sobre mineração de dados e pensamento analítico de dados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

TAURION, C. *Big Data*. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

Leituras recomendadas

GODOI, D. *Diferença entre business intelligence, data warehouse, data science e big data*. 2018. Disponível em: <https://www.cetax.com.br/blog/diferenca-bi-dw-data-science--big-data/>. Acesso em: 23 dez. 2018.

TURBAN, E.; VOLONINO, L. *Tecnologia da informação para gestão*: em busca do melhor desempenho estratégico e operacional. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:

INTRODUÇÃO A BIG DATA E INTERNET DAS COISAS (IOT)

Izabelly Soares de Morais

Ciência de dados e *Big Data*

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Descrever dados e *datasets*.
- Discutir ciência de dados e *Big Data*.
- Listar práticas de ciência de dados e *Big Data*.

Introdução

As informações e os dados nunca foram tão acessíveis quanto o são hoje em dia. Por meio da internet, conseguimos saber basicamente de tudo que ocorre na nossa localidade e no mundo. A cada ação nossa, provavelmente, muitos dados estão sendo gerados para as empresas responsáveis pelos artefatos e serviços tecnológicos de que fazemos uso.

Neste capítulo, você vai compreender melhor sobre os conceitos de dados e *datasets*, assim como vai conseguir visualizar a ação conjunta que pode haver entre a ciência de dados e as tecnologias *Big Data*, tanto por meio de contextualizações quanto de práticas.

Dados e *datasets*

Você já parou para pensar na quantidade de observações que estamos sempre fazendo em tudo que está ao nosso redor? O ser humano, devido à sua racionalidade, consegue lidar com, interpretar e associar diversos acontecimentos quase que simultaneamente. E essa não é uma característica desenvolvida apenas quando somos adultos. Se você entrar em uma loja de brinquedos com uma criança, você compreenderá melhor o que estamos falando, já que as primeiras reações quase sempre serão as de as escolhas serem realizadas com base em alguns padrões já preestabelecidos pela criança. Mas você pode estar se questionando sobre o que isso tem a ver com dados e *datasets*, não é?

Basicamente tudo, pois, quando fazemos observações sobre algo, no decorrer do tempo, vamos formando padrões, até mesmo definindo preferências, e

agimos dessa forma durante toda a nossa vida. Além disso, geralmente, nossas escolhas são baseadas nessas experiências. Se fizermos uma analogia com essa situação comum do cotidiano com o mundo dos negócios, em que decisões são tomadas a todo instante, não seria muito diferente, tendo em vista que todo negócio constrói um conhecimento sobre si mesmo e sobre seus clientes e produtos no decorrer do tempo.

Hoje, ao acompanharmos pesquisas e noticiários, deparamo-nos com um protagonista que já existe há muito tempo, mas que só dos últimos tempos para cá virou o foco de todos: os dados. Mas como podemos defini-los?

A definição mais básica de um dado é sabermos que, se estiver só, ele não faz sentido, de modo deve haver informações sobre ele, ou seja, complementos informacionais e até mesmo contextos, para que ele tenha sentido e possa gerar algum conhecimento.

Ao analisarmos a fundamentação do conceito de dados, vemos claramente que ele é um ativo importante dentro de um negócio, e podemos afirmar que nas nossas atividades cotidianas também! Você conseguiu perceber como somos geradores de dados e informações constantes?

Mas e *dataset*, o que seria? Em sua tradução livre, o termo significa conjunto de dados. Mencionamos que as informações são um coleção de dados e, dentro desse contexto, é relevante notar que o contexto científico exige que visualizemos níveis mais profundos dos processos dedutivos e intuitivos de observação para que possamos registrá-los com precisão. Uma maneira de fazer isso é construir um conjunto de dados, os quais são apresentados de várias formas. Em sua grande maioria, os dados são representados por meio de planilhas, podendo conter diversas linhas ou colunas, e não necessariamente precisam assumir aquela ideia que temos de planilhas desenvolvidas em alguns *softwares* específicos.

Um conjunto de dados possui algumas características relevantes, como a estruturação dos dados, já que, como citado anteriormente, lidar com dados é um trabalho extremamente minucioso, tendo em vista que o dado é o recurso chave de todo processo. Deve haver, também, a possibilidade de recuperação, acesso e identificação dos dados diante de todo o conjunto, ação que geralmente ocorre por meio de comandos ou disponibilização de links de acesso, além de certa frequência nas atualizações dos dados.

Do ponto de vista de Ramakrishnan e Gehrke (2013, p. 784), existem muitos motivos para que os dados sejam semiestruturados. A estrutura dos dados pode ser implícita, oculta, desconhecida ou o usuário pode optar por ignorá- la. Além disso, ao se integrar dados de várias fontes heterogêneas, a troca e a transformação de dados são problemas importantes. Dessa forma, é necessário que haja um

modelo de dados altamente flexível para integrar dados de todos os tipos de fontes, incluindo arquivos simples e sistemas legados.

Fique atento

Juntamente aos conceitos de dados, é importante compreendermos, também, os conceitos de informação e conhecimento.

- Informação: fornece significado para o dado, pois pode ser definida como um dado contextualizado.
- Conhecimento: pode receber diversas definições diferentes, mas, dentro desse contexto, o conhecimento pode ser definido como uma experiência ou até mesmo aprendizado obtido devido à organização e à contextualização dos dados e das informações.

O uso da ciência de dados e *Big Data*

Vivemos no século XXI e, no contexto dos negócios, as previsões acabam sendo o ponto forte das empresas. Mas não estamos falando de previsões de sorte, com cartomantes ou videntes; falamos de tecnologias que usam seus poderosos algoritmos para fazer previsões de negócios.

Quando falamos sobre essas estimativas, estamos ressaltando ainda mais a importância do dado, já que todo seu ciclo de vida (Figura 1) complementa o investimento em tecnologias tanto inseridas em ferramentas quanto em metodologias no mundo corporativo.

A concepção de um dado pode ser oriunda das mais diversificadas fontes: no nosso caso, produzimos dados em praticamente toda ação que desempenhamos por meio de algum recurso tecnológico, pois, quando nos conectamos à rede, nossas informações começam a *ser* obtidas imediatamente, seja por um *login* em algum *site* ou até mesmo pelas permissões que damos ao fazermos *download* e instalarmos algum aplicativo. Porém, algumas fontes de dados não podem estar susceptíveis a variações ou sofrer outros danos, ou seja, deve haver certa estrutura para receber os dados. Não podemos esquecer que existem regras empresariais que acompanham (ou pelo menos tentam acompanhar) todo esse processo. Por isso, por exemplo, existem tipos de dados que ficam armazenados por muito mais tempo que outros, e essa decisão cabe à empresa. Perceba que, quando falamos em armazenamento, estamos falando também de investimento em segurança computacional, e até mesmo em *hardware* e espaço na nuvem (*cloud computing*) capaz de armazenar tantas informações.

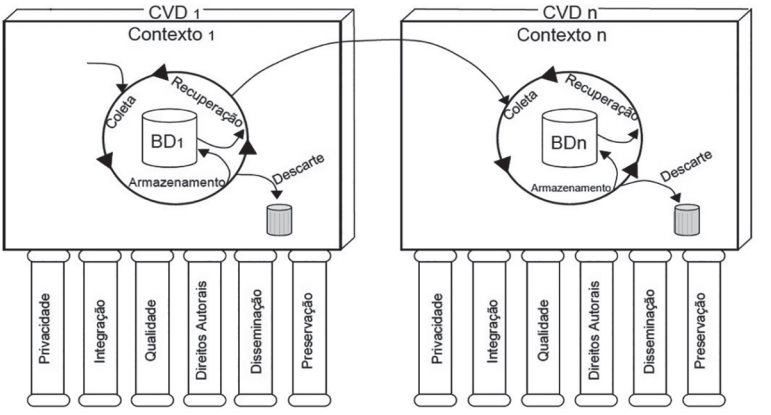


Figura 1. Ciclo de vida dos dados para ciência da informação (CVD–CI).
Fonte: Sant'ana (2016).

Dessa forma, podemos concluir que a concepção, o armazenamento, o tratamento e outros processos relacionados aos dados irão variar conforme sua finalidade. Inclusive, pode haver até mesmo o descarte dos dados, como mostra a Figura 1.

A importância no conhecimento destes processos se dá, segundo Turban e Volonino (2013, p. 67), devido a três princípios:

- **1. Princípio da redução do valor de dados.** Uma análise dos dados em seu ciclo de vida mantém a atenção em como o valor dos dados pode diminuir de acordo com o seu envelhecimento. Assim, o dado tem mais valor quanto mais recente for. A maioria das organizações não pode operar no máximo de seu desempenho tendo pontos cegos, isto é, falta de dados disponíveis, de 30 dias ou mais.
- **2. Princípio do uso de dados 90/90.** Uma atuação em tempo real ou quase em tempo real sobre dados operacionais pode trazer vantagens importantes. De acordo com esse princípio, a maioria dos dados armazenados raramente é acessada após 90 dias (exceto para fins de auditoria). Ou seja, os dados perdem grande parte de seu valor após três meses.
- **3. Princípio de dados em contexto.** Para capturar, processar, formatar e distribuir dados rapidamente e quase em tempo real, é necessário um grande investimento em infraestrutura de gerenciamento de dados para fazer a ligação remota dos sistemas presentes nos pontos de venda

(PDVs) para armazenamento de dados, sistemas de análise de dados e aplicativos que geram relatórios. Esse investimento se justifica de acordo com o princípio de que dados devem estar integrados, ser processados, analisados e formatados em "informação acessível". Os usuários finais precisam visualizar os dados em um formato significativo e em contextos, já que eles irão guiar suas decisões e seus planejamentos.

A ciência de dados transforma os dados utilizando conceitos matemáticos e estatísticos por meio de processos de mineração e filtragem dos dados. As ferramentas computacionais se tornam necessárias para, em conjunto com os *softwares*, realizar o armazenamento, a obtenção e o tratamento dos dados.

Mas e como tudo isso acontece? Para isso, são utilizadas tecnologias, como mencionamos anteriormente, e uma delas que podemos destacar aqui é *Big Data*. Como o próprio termo já sugere, isso significa lidar com uma grande quantidade de dados diversos (estruturados ou não estruturados).

Fique atento

Os dados não estruturados são aqueles dados cujo contexto total nem sempre a tecnologia consegue visualizar, como, por exemplo, em arquivos textuais.

Já os dados estruturados conseguem ser totalmente classificados e identificados com o uso das tecnologias.

O que não podemos deixar de comentar é que existem vários profissionais que lidam com os dados e que, muitas vezes, com a ajuda da tecnologia, nem sempre estão totalmente ligados ao setor de tecnologia da empresa, já que, na maioria das vezes, as tomadas de decisões são realizadas por profissionais administrativos.

Aplicações práticas da ciência de dados e *Big Data*

Várias metodologias estão sendo utilizadas pelas empresas para a coleta de dados. Porém, quando falamos em *Big Data*, estamos assumindo que, além de termos grande volume de dados, devido às grandes proporções, eles não podem ser tratados com métodos tradicionais. Para isso, devem ser executados alguns passos, tais como obtenção, armazenamento, sistematização e análise dos dados. O termo *Big Data* é, muitas vezes, caracterizado por três vertentes que,

inclusive, são conhecidas como os três Vs: **volume**, **variedade** e **veracidade**. Porém, é comum nos depararmos com outros 2 Vs que também contemplam de forma coerente os conceitos sobre essa tecnologia: o **valor** e a **velocidade**.

A obtenção dos dados pode ocorrer oriundas de diversas fontes, tanto internas quanto externas aos negócios da empresa. Já o armazenamento, provavelmente, ocorrerá por meio de sistemas e servidores. Isso ocorre para garantir que seja feito o armazenamento automático e para que possam ser realizados *backups* posteriormente.

As próximas etapas consistem na organização e na análise dos dados, nas quais deve haver um agrupamento que tenha como base algum padrão dos dados, gerando, com isso, uma estrutura capaz de facilitar o acesso e a análise das informações, que é basicamente o último passo a ser executado. Com a organização, isso fica mais fácil, já que é na extração que podemos obter a visualização dos dados úteis para as tomadas de decisão.

Ainda sobre a etapa de análise, podemos afirmar que, antes, acontecia apenas de forma descritiva, com o objetivo de trazer por meio, muitas vezes, de gráficos, planilhas e relatórios, alguns conjuntos de dados que caracterizavam as ações já executadas pela empresa. Porém, com a ciência de dados, essa etapa evoluiu, não só devido ao uso das tecnologias, mas também em relação a seus objetivos. Hoje, por exemplo, as análises não ocorrem apenas com olhares para o passado, mas também com perspectivas futuras, que são chamadas de análises preditivas e diagnósticas, já que é por meio desse processo que falhas ou pontos de melhoramentos são observados.

Existem diversas maneiras de as empresas coletarem dados, tais como: endereço de e-mail e IP, informações dos dispositivos, *browsers*, cliques em anúncios, seja pela rede social ou por e-mails, histórico de buscas, dentre outros. Para isso, elas utilizam alguns métodos para monitorar seus usuários, como ferramentas para identificação de dispositivos, perfis dos usuários, *cookies*, dentre outros.

Os dados obtidos das mais variadas fontes podem ser utilizados de diversas formas. As grandes empresas, por exemplo, utilizam para as integrações de contas, em que todas suas informações, muitas vezes, podem estar associadas ao seu e-mail, a conteúdos personalizados, e as empresas podem aumentar o leque de opções de produtos e serviços conforme cada perfil de cliente.

A associação desses recursos pode ser visualizada e utilizada em diversos contextos, como no esporte, em que diversos times de basquete, futebol, entre outros, passaram a utilizar a análise de dados para prever possíveis melhorias de seus times, tanto em resultados gerais quanto de desempenho dos atletas durante a prática de suas atividades.

Aqui no Brasil, até os órgãos governamentais utilizam *data warehouse* para registros. Nesse sentido, um setor atuante é o Ministério da Justiça, com o intuito de identificar ações de lavagem de dinheiro, dentre outros golpes. Empresas como Google, Facebook e as de tecnologia também utilizam fortemente a análise de dados, e podemos até afirmar que eles atuam por meio de todas as formas possíveis para isso, já que seus lucros são oriundos desse tipo de ação.

Grandes redes varejistas do setor alimentício também utilizam a ciência de dados e tecnologias *Big Data* para gerir seus negócios e, como mencionamos anteriormente, para ampliar a gama de negócios, produtos e serviços que podem ser disponibilizados aos clientes. Conforme Taurion (2013), *Big Data* é um conjunto de tecnologias, processos e práticas que permitem às empresas analisarem dados a que antes não tinham acesso e tomar decisões ou mesmo gerenciar atividades de forma muito mais eficiente. Para o autor, diversos dados podem ressaltar o início da curva de aprendizado sobre o que é o *Big Data* e seu respectivo impacto social. Como exemplo, ele cita o uso de *Big Data* pelas empresas Amazon e Netflix, que utilizam sofisticados e avançados sistemas de recomendação.

Portanto, as aplicações práticas que possuem ciência de dados e *Big Data* trazem maior transparência, já que os dados ficam disponíveis em locais específicos, e alguns deles até passam a ser de domínio público, como é o caso de dados governamentais. Ocorre, também, a amplificação das informações, tendo em vista que a conexão de diversas informações sobre algo específico ocorre de forma mais fácil.

Saiba mais

A análise de dados pode ser realizada com o uso de algumas tecnologias, como NoSQL, Hadoop, Sisence, TIBCO Spotfire, dentre outras.

Referências

RAMAKRISHNAN, R.; GEHRKE, J. *Sistemas de gerenciamento de banco de dados*. 3. Ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANT'ANA, R. C. G. Ciclo de vida dos dados: uma perspectiva a partir da ciência da informação. *Informação & Informação*, v. 21, n. 2, p. 116–142, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/27940/20124>. Acesso em: 23 dez. 2018.

TAURION, C. *Big Data*. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

TURBAN, E.; VOLONINO, L. *Tecnologia da informação para gestão*: em busca do melhor desempenho estratégico e operacional. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Leituras recomendadas

AMARAL, F. *Introdução à ciência de dados*: mineração de dados e big data. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

ANTONELLI, R. A.; NEITZKE, A. C. A.; VOESE, S. B. Relação entre a qualidade da informação recebida e o nível de tomada de decisão dos profissionais da área de negócios. *Revista Ambiente Contábil*, v. 10, n. 2, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/ambiente/article/view/12739/9538>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CAVIQUE, L. Big Data e Data science. *Boletim APDIO*, v. 51, p. 11-14, dez. 2014. Disponível em: <https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/3918/1/2%20Boletim_51.11-14.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

FOREMAN, J. W. *Data Smart*: usando data science para transformar informação em insight. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

PROVOST, F.; FAWCETT, T. *Data Science para negócios*: o que você precisa saber sobre mineração de dados e pensamento analítico de dados. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:

CINEMÁTICA DIRETA DE ROBÔS

sagah

Visão computacional aplicada na robótica

Rafael Albuquerque Pinto

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Definir visão computacional e o seu uso na robótica.
- Explicar como é feito o processamento de imagens na robótica.
- Exemplificar a extração de caraterísticas de imagens e seu uso como comandos para robôs.

Introdução

A visão computacional e a sua aplicação na robótica representam uma interessante interseção entre a tecnologia da imagem e a automação inteligente. Ao longo das últimas décadas, o estudo da visão computacional tem se mostrado crucial para ampliar os horizontes da robótica, capacitando os robôs a perceberem e interagirem com o mundo de maneira mais sofisticada e adaptativa.

No contexto de um mundo cada vez mais automatizado, a habilidade dos robôs de interpretarem e compreenderem informações visuais é uma competência inestimável. A visão computacional capacita os robôs a enxergarem, analisarem e interpretarem imagens do ambiente ao seu redor. Isso não apenas amplia seu leque de interações e ações, mas também os dota de uma percepção mais rica e contextualizada do mundo em que operam.

Neste capítulo, você vai explorar a integração entre visão computacional e robótica, compreendendo como os robôs podem entender e interagir com o mundo visual. Inicialmente, você vai aprender os fundamentos da visão computacional e a sua importância para a evolução dos robôs. Em seguida, você vai compreender o processamento de imagens na robótica, verificando como informações visuais são

transformadas em dados utilizáveis. Por fim, você vai estudar sobre a extração de características de imagens, compreendendo como esses atributos se convertem em comandos que direcionam as ações dos robôs.

Fundamentos da visão computacional

A visão é um dos sentidos primordiais para os seres humanos, que permite interpretar e compreender o mundo ao nosso redor. Com o avanço da tecnologia, a **visão computacional** surgiu como uma área interdisciplinar que visa a capacitar as máquinas a entenderem e interpretarem o ambiente visual de maneira semelhante aos seres humanos. A visão computacional combina elementos da matemática, da ciência da computação e da biologia para desenvolver algoritmos e sistemas capazes de processar, analisar e extrair informações valiosas a partir de imagens ou vídeos (Figura 1) (Niebles; Krishna, 2017).

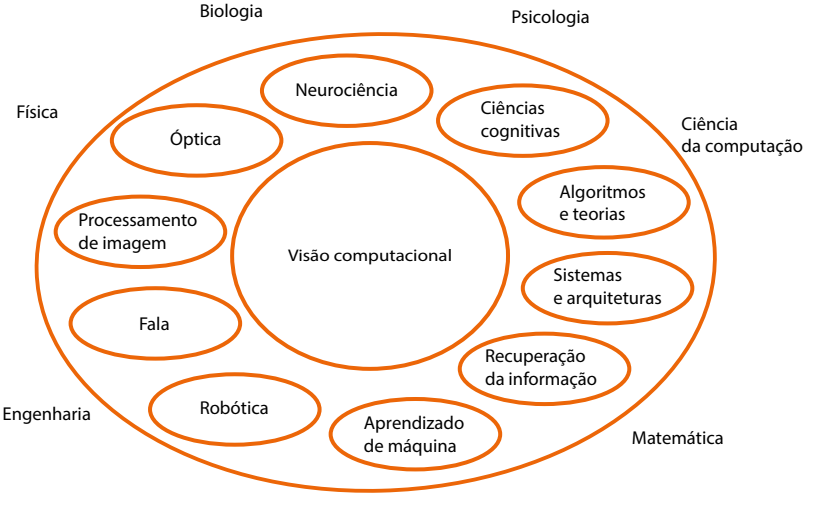


Figura 1. Visão computacional na intersecção de múltiplos campos científicos.
Fonte: Adaptada de Niebles e Krishna (2017).

A visão computacional pertence à área da **inteligência artificial**, que possibilita que as máquinas, incluindo robôs, adquiram informações visuais do ambiente à sua volta, assim como nós, seres humanos, fazemos com nossos olhos. Por meio de câmeras e sensores, os robôs podem capturar imagens

e vídeos, processá-los e, em seguida, interpretá-los para tomar decisões informadas. Da mesma forma que o olho humano captura informações visuais, que o cérebro processa para formar uma compreensão do mundo, a visão computacional utiliza câmeras para adquirir imagens que são processadas por algoritmos, a fim de obter uma interpretação das informações contidas nessas imagens (Niebles; Krishna, 2017).

Enquanto os seres humanos contam com neurônios especializados em reconhecimento facial, de objetos e de movimento, os sistemas de visão computacional utilizam **redes neurais artificiais** para realizar tarefas semelhantes. O Quadro 1 compara os aspectos da visão humana com os correspondentes na visão computacional, destacando as semelhanças e diferenças entre essas duas formas de percepção visual. Pode-se compreender como os princípios biológicos da visão humana inspiram o desenvolvimento da visão computacional, fazendo com que máquinas interpretem e interajam com o mundo visual de maneira cada vez mais sofisticada.

Quadro 1. Comparação entre visão humana e visão computacional

Aspecto	Visão humana	Visão computacional
Captura de dados	Olhos captam luz e formam imagens	Câmeras capturam imagens e vídeos
Processamento	Cérebro processa informações visuais	Algoritmos processam dados visuais
Reconhecimento de padrões	Reconhecimento de rostos e objetos	Algoritmos identificam características e objetos
Detecção de movimento	Percepção de objetos em movimento	Algoritmos detectam e rastreiam movimentos
Profundidade	Visão estereoscópica para três dimensões (3D)	Medição de profundidade para cenários 3D
Colaboração homem-máquina	Interação social e comunicação	Robôs colaboram com humanos e operam em equipe
Aprendizado	Adaptação e melhoria ao longo do tempo	Redes neurais aprendem com dados e melhoram seu desempenho
Exploração de ambientes	Identificação de objetos e perigos	Robôs exploram e mapeiam ambientes desconhecidos
Aplicações	Arte, ciência, interação social, etc.	Medicina, indústria, robótica, segurança, entre outros

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Fique atento

A tecnologia avançada é a base para que os robôs tenham uma percepção visual do mundo ao redor deles. Em outras palavras, Brown (1984) define "visão computacional" como um termo geral que compreende uma variedade de aspectos da análise visual computacional, a ciência que estuda e desenvolve tecnologias que permitem a máquinas enxergar e extrair características do meio a partir de imagens capturadas por câmeras de vídeo, sensores, *scanners* e outros dispositivos.

Desde sua origem na década de 1960, conforme observado por Russell e Norvig (2013), a visão computacional tem florescido como um campo crucial no âmbito da tecnologia. Um ponto de partida notável foi a tese do cientista Lawrence G. Roberts de 1963 no MIT, que estabeleceu os alicerces da visão computacional, incluindo conceitos inovadores como a detecção de bordas e a correspondência baseada em modelos. No entanto, a jornada da visão computacional não está isenta de desafios. Lidar com a complexidade das informações visuais e as variáveis ambientais tem sido uma batalha constante. No entanto, ao longo das décadas, avanços substanciais têm sido alcançados, resultando em um mar de oportunidades para o casamento entre a visão computacional e a robótica (Russell; Norvig, 2013).

Pode-se compreender melhor os benefícios da integração da visão computacional na robótica por meio de exemplos que mostram como as limitações visuais dos robôs estão sendo continuamente superadas. Imagine um cenário em que um robô em uma linha de produção é habilmente capaz de inspecionar produtos com meticulosidade, identificando falhas minúsculas que facilmente passariam despercebidas pelos olhos humanos. Ou considere ambientes externos, em que robôs autônomos empregam a visão computacional de forma engenhosa para navegar em meio a espaços complexos, evitando obstáculos e ajustando suas trajetórias em tempo real, baseando-se nas informações visuais capturadas.

Fique atento

O reconhecimento de objetos ainda é um grande problema, embora estejamos nos aproximando da precisão humana. Mas por que é tão difícil? A visão computacional é difícil porque existe uma enorme lacuna entre os pixels e o significado. O que o computador vê em uma imagem RGB (dos termos em inglês *red*, *green* e *blue*— ou vermelho, verde e azul, em português) 200 × 200 é um conjunto de 120 mil valores. O caminho entre esses números e informações significativas é árduo. Indiscutivelmente, o córtex visual do cérebro humano resolve um problema igualmente difícil: compreender imagens que são projetadas na nossa retina e convertidas em sinais neuronais (Niebles; Krishna, 2017).

Agora que estabelecemos uma base sólida sobre o conceito de visão computacional e o seu papel fundamental na robótica, é o momento de adentrar nas etapas detalhadas do processamento de imagens nesse contexto. O **processamento de imagens** é o recurso essencial que transforma dados visuais brutos em informações significativas, permitindo que os robôs interpretem o mundo ao seu redor.

Processamento de imagens na robótica

No contexto da robótica, o processamento de imagens é um campo interdisciplinar essencial que combina a visão computacional com a automação, permitindo que os robôs adquiram, interpretem e respondam a informações visuais de seu ambiente. Ao unir a capacidade de "ver" com a habilidade de "agir", esse campo desempenha um papel fundamental na capacitação dos robôs para operarem de maneira mais autônoma, adaptativa e precisa em uma variedade de cenários e aplicações.

Embora os sistemas de visão computacional possam ser aplicados em uma variedade de áreas e contextos, eles geralmente seguem um fluxo comum para processar e compreender informações visuais. De acordo com Barelli (2019), esse fluxo pode ser dividido em várias etapas, como ilustrado na Figura 2.

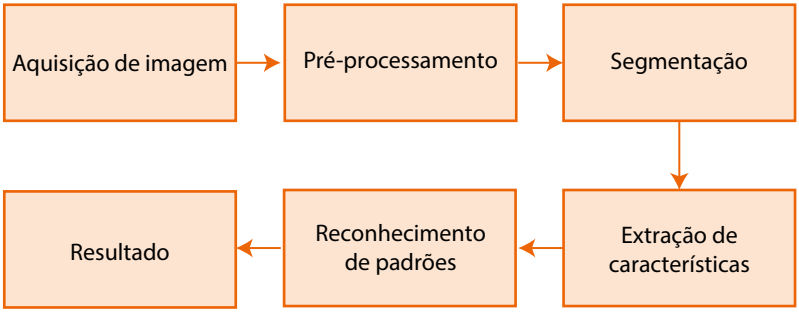


Figura 2. Fluxo de um sistema baseado em visão computacional.
Fonte: Adaptada de Barelli (2019).

Aquisição de imagem

A visão é um dos sentidos humanos mais primordiais e influentes, permitindo-nos compreender nosso entorno de forma rica e detalhada (Niebles; Krishna, 2017). Da mesma forma, ao conceder essa capacidade aos robôs, o processamento de imagens alavanca tecnologias como câmeras, sensores

de profundidade e algoritmos avançados de análise de imagem para equipar os robôs com "olhos" digitais. Esses olhos artificiais capacitam os robôs a perceberem informações visuais vitais para a navegação, a manipulação de objetos e a interação com humanos e outros agentes no ambiente.

Nesse contexto da visão computacional aplicada à robótica, a **aquisição de imagem** representa um passo fundamental, marcando o ponto de partida para a jornada de interpretação visual. Nessa fase inicial, informações visuais são meticulosamente capturadas do ambiente por meio de câmeras ou sensores ópticos integrados aos robôs. Segundo Barelli (2019), as imagens capturadas por esses dispositivos podem variar entre imagens bidimensionais, tridimensionais ou ainda uma sequência de imagens, como ocorre em vídeos. A aquisição de imagens é, sem dúvida, uma etapa de entrada vital no domínio da percepção e da compreensão robótica.

Uma variedade de sensores de imagem é empregada na robótica para capturar diferentes aspectos do mundo ao redor dos robôs, possibilitando uma percepção rica e abrangente. Os sensores de imagem utilizados em robótica incluem (Niebles; Krishna, 2017):

- câmeras RGB, que capturam imagens coloridas, fornecendo uma visão semelhante à percepção humana;
- câmeras *depth*, que medem a distância dos objetos em relação ao sensor e oferecem informações de profundidade, possibilitando que os robôs compreendam a disposição tridimensional do ambiente;
- câmeras infravermelhas, que detectam radiações infravermelhas emitidas por objetos, permitindo a visão noturna e a detecção de calor.

De acordo com Prince (2012), a calibração de câmera é uma técnica fundamental nesse processo, garantindo que as imagens sejam adquiridas com precisão e correspondam ao mundo real. Isso envolve a estimativa dos parâmetros intrínsecos e extrínsecos da câmera, como distância focal, distorções geométricas e posição relativa da câmera em relação ao objeto.

Outra abordagem avançada na obtenção de imagens é o uso de sistemas de câmera múltipla, que desempenham um papel importante na visão estereoscópica e na obtenção de informações 3D (Forsyth; Ponce, 2002). Combinando duas ou mais câmeras, esses sistemas permitem que os robôs percebam a profundidade e a disposição tridimensional de objetos e cenários. Essa capacidade de visão estereoscópica é análoga à percepção de profundidade humana e é crucial para tarefas como navegação precisa, detecção de obstáculos e manipulação de objetos.

Em resumo, a obtenção de imagem é a base sobre a qual todo o processo de processamento de imagens na robótica se constrói. Por meio de uma variedade de sensores, técnicas de calibração e sistemas de câmera múltipla, os robôs adquirem informações visuais precisas e abrangentes do ambiente, que os capacitam a interpretar e interagir de maneira inteligente e adaptativa.

Pré-processamento

Após a fase de aquisição de imagens, a próxima etapa fundamental no fluxo de processamento de imagens é o **pré-processamento**. Essa fase desempenha o papel de otimizar a qualidade da imagem, realçando os elementos mais relevantes e possibilitando análises mais precisas (Barelli, 2019). De maneira análoga ao ajuste visual humano para discernir detalhes em ambientes com diferentes níveis de iluminação, o processo de pré-processamento na visão computacional tem o propósito de aprimorar a qualidade da imagem por meio de intervenções estratégicas.

Em outras palavras, essa etapa é comparável a uma "limpeza" da imagem, removendo imperfeições e ruídos indesejados que podem obscurecer os detalhes importantes (Prince, 2012). Essas intervenções englobam a correção de distorções, a redução de ruídos e o realce de bordas, entre outros recursos, conforme descrito a seguir, com base em Prince (2012).

- Correção de distorções: assegura que a imagem capturada se alinhe com a realidade, evitando deformações que poderiam afetar as análises subsequentes.
- Redução de ruídos: elimina distorções aleatórias que podem se originar do processo de aquisição, resultando em uma imagem mais nítida e clara.
- Realce de bordas: realça as fronteiras e os contornos presentes nas imagens, permitindo discernir formas e características.
- Correção de iluminação: a iluminação inconsistente pode afetar a qualidade das imagens, tornando-as mais escuras ou mais claras em diferentes partes. A correção de iluminação envolve ajustes nas intensidades de iluminação para uniformizar a imagem, garantindo que os detalhes sejam preservados independentemente das variações de luz.
- Filtragem: consiste na aplicação de filtros que ajudam a eliminar ruídos indesejados presentes nas imagens. Filtros como os filtros de média, gaussiano ou mediana podem suavizar a imagem, tornando-a mais uniforme e reduzindo a interferência de ruídos, o que é especialmente importante em ambientes com variações de iluminação.

- Equalização de histograma: é uma técnica que ajusta a distribuição de intensidades da imagem para melhorar o contraste. Isso é útil para realçar detalhes que podem estar perdidos devido a variações na iluminação, tornando os objetos de interesse mais destacados.

Um exemplo prático ilustra a relevância da etapa de pré-processamento. Imagine um sistema de visão computacional que visa a contar fichas de pôquer em uma imagem. Nesse caso, as fichas de pôquer seriam os objetos de interesse, ou regiões de interesse. Antes de proceder à contagem, o pré-processamento entraria em cena, realçando as bordas das fichas e suprimindo qualquer interferência visual do fundo. A Figura 3 apresenta essa transformação visual, exemplificando como as fichas de pôquer foram realçadas após o pré-processamento. Na imagem à esquerda, as fichas de pôquer, que representam nossos objetos de interesse, não são facilmente distinguíveis devido ao ruído e à falta de destaque. No entanto, após a etapa de pré-processamento, visível na imagem à direita, as bordas das fichas estão claramente definidas, com a eliminação do fundo, facilitando a identificação das informações relevantes pelo sistema de visão computacional.

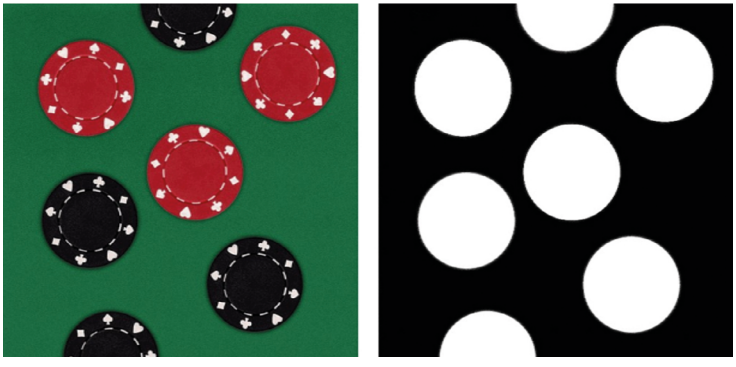


Figura 3. Etapa de pré-processamento em um sistema de visão computacional que visa a contar fichas de pôquer em uma imagem.
Fonte: Barelli (2019, p. 11).

Em resumo, o pré-processamento é uma fase crítica no fluxo de processamento de imagens na visão computacional. Essa etapa refinadora otimiza a imagem, realça características relevantes e elimina interferências, preparando o terreno para etapas subsequentes, como a segmentação e a extração de características.

Segmentação

A fase de **segmentação**, subsequente ao pré-processamento, foca na demarcação dos objetos de interesse presentes na imagem. Assim como nossos olhos distinguem entidades individuais em uma cena complexa, a segmentação isola os elementos de interesse da imagem (Barelli, 2019; Russell; Norvig, 2013). Em outras palavras, os objetos de interesse são delimitados e separados da imagem original, podendo resultar em uma ou mais imagens segmentadas. Essa abordagem facilita a extração de características específicas de cada objeto, preparando o terreno para análises mais detalhadas.

Considerando o exemplo anterior de contagem de fichas de pôquer, suponha que agora o objetivo é saber o número de fichas vermelhas. Para atingir esse objetivo, um novo passo de pré-processamento é empregado para realçar exclusivamente as fichas vermelhas, isolando-as do restante da imagem, conforme é ilustrado na Figura 4. Esse processo prepara o cenário para a segmentação, em que as fichas vermelhas são separadas da imagem original e destacadas em uma nova imagem.

Figura 4. Processo de segmentação.
Fonte: Barelli (2019, p. 12).

Visualmente, a segmentação pode ser imaginada como a ação de traçar contornos precisos em torno de cada objeto de interesse, delimitando-o do plano de fundo. Isso é análogo a como nosso cérebro "desenha" limites em nossa percepção visual, permitindo que identifiquemos formas individuais.

Extração de características

Após o isolamento dos objetos de interesse por meio da segmentação, a etapa subsequente é a de **extração de características**. Nessa fase, atributos

específicos dos objetos são identificados, quantificados e traduzidos em informações que definem suas propriedades distintivas. Essas características podem abranger aspectos como forma, tamanho, cor e textura, fornecendo uma base sólida para diferenciar e categorizar os objetos, estabelecendo, assim, o alicerce para análises mais profundas ao longo do processo (Barelli, 2019; Russell; Norvig, 2013).

Uma vez que as regiões de interesse estão delimitadas, a extração de características entra em cena para desvendar detalhes intrínsecos a esses objetos. Voltando ao exemplo das fichas de pôquer, após a etapa de segmentação, diversos atributos podem ser extraídos, como a possibilidade de identificar a área e o diâmetro de cada ficha. Essas informações, ao serem quantificadas, possibilitam distinguir as fichas entre si, bem como em relação a outros objetos circulares na mesma tonalidade de vermelho.

A extração de características é um processo que espelha a forma como os humanos reconhecem objetos com base em seus atributos únicos (Russell; Norvig, 2013). No contexto da visão computacional, esse processo é automatizado e executado por meio de algoritmos e técnicas específicas. Ao se converterem características visuais em dados quantitativos, é possível criar uma representação matemática dos objetos, permitindo que sejam comparados, classificados e até mesmo reconhecidos por máquinas (Forsyth; Ponce, 2002).

Reconhecimento de padrões

Na etapa de **reconhecimento de padrões**, os atributos quantificados dos objetos são comparados a modelos ou padrões predefinidos, permitindo que os objetos sejam identificados e categorizados com base nas características extraídas. Essa é a fase em que a interpretação e a tomada de decisões mais avançadas ocorrem, tornando possível entender o significado subjacente dos objetos na imagem (Russell; Norvig, 2013). Em outras palavras, o sistema busca entender qual classe ou categoria melhor descreve o objeto com base nas suas características distintivas.

Usando nosso exemplo anterior das fichas de pôquer vermelhas, o processo de reconhecimento de padrões ocorreria após a extração de características como tamanho, área e valor. Nesse ponto, o sistema tentaria identificar a que classe específica cada ficha pertence. No cenário mencionado, poderíamos ter duas classes, como “ficha de pôquer vermelha” e “outro objeto circular vermelho”.

Assim como os seres humanos categorizam objetos com base em padrões aprendidos ao longo do tempo, o reconhecimento de padrões automatizado busca correspondências entre as características extraídas e os modelos de objetos conhecidos. Esses modelos podem ser treinados previamente usando um conjunto de dados representativo, permitindo que o sistema de visão computacional identifique características específicas associadas às diferentes categorias de objetos (Barelli, 2019).

Resultado

Finalmente, a fase de **resultado e análise** avalia a precisão e a eficácia do processo. Essa etapa equivale ao nosso cérebro avaliando o que vemos e tomando decisões com base nessa avaliação. Os resultados são submetidos à validação de acordo com critérios predefinidos e podem ser utilizados para tomadas de decisões ou para alimentar outras partes do sistema, criando, assim, um ciclo contínuo de processamento e análise.

Saiba mais

A fase de reconhecimento de padrões envolve o uso de algoritmos complexos, como redes neurais convolucionais (CNNs) e máquinas de suporte vetor (SVMs), que são treinados para identificar padrões e características distintivas nos dados. À medida que os algoritmos são alimentados com mais exemplos, eles se tornam mais proficientes em identificar e classificar objetos (Russell; Norvig, 2013).

O entendimento do fluxo comum dos sistemas de visão computacional, quando adaptado para a robótica, demonstra como a captura, o processamento e a interpretação de informações visuais desempenham um papel crucial em uma ampla gama de aplicações robóticas. Essas etapas interconectadas tornam os sistemas de visão computacional uma peça fundamental em ambientes robóticos, abrangendo setores diversificados, como manufatura, medicina, segurança, automação industrial e muito mais. Esses sistemas possibilitam que os robôs “vejam” e compreendam seu entorno de maneira precisa e inteligente, capacitando-os a interagir de maneira eficiente e adaptativa com o mundo ao seu redor. A seguir, você verá uma aplicação prática desses conhecimentos.

Extração de características e comandos para robôs

Extrair características visuais que podem ser traduzidas em comandos acionáveis para robôs é um processo-chave na criação de **sistemas robóticos inteligentes e responsivos**. Essa abordagem aproveita os dados visuais capturados por câmeras ou sensores visuais dos robôs para tomar decisões informadas e direcionar ações específicas. De acordo com Russell e Norvig (2013), o processo pode acontecer da seguinte maneira:

1. **Detecção e segmentação de objetos:** inicialmente, o sistema de visão do robô detecta objetos na cena por meio da análise das imagens capturadas. Isso envolve a identificação de contornos, bordas e regiões de interesse que podem ser potencialmente relevantes.
2. **Extração de características:** uma vez que os objetos são detectados, as características visuais específicas desses objetos são extraídas. Isso pode incluir informações como forma, cor, tamanho, textura e orientação. Essas características fornecem uma descrição quantitativa dos objetos na cena.
3. **Mapeamento para ações:** as características extraídas são então mapeadas para comandos ou ações que o robô pode realizar. Isso é alcançado por meio de um processo de associação entre as características e um conjunto predefinido de ações robóticas. Por exemplo, uma determinada cor pode ser associada à ação de pegar o objeto.
4. **Tomada de decisões:** com base nas características extraídas e em sua correspondência com as ações, o sistema robótico toma decisões sobre qual ação deve ser executada. Isso pode envolver a avaliação de várias características e a escolha da ação mais apropriada com base em algoritmos de decisão.
5. **Execução de ações:** uma vez que a ação apropriada é determinada, o robô executa a ação correspondente. Isso pode ser algo como pegar um objeto, mover-se para uma posição específica, evitar obstáculos ou qualquer outra tarefa que tenha sido mapeada com as características extraídas.
6. ***Feedback* e aprendizado:** após a execução da ação, o sistema pode receber *feedback* sensorial sobre o resultado. Esse *feedback* pode ser usado para avaliar a eficácia das decisões tomadas e ajustar o processo de extração de características e o mapeamento de ações, para melhorar o desempenho futuro.

Vamos ver um exemplo que mostra como a extração de características pode servir como comandos para um robô:

- Detecção e segmentação de objetos: imagine que temos um robô autônomo em um ambiente de depósito de mercadorias. O robô possui uma câmera que captura imagens da área. Nessa etapa, algoritmos de processamento de imagens identificam caixas de diferentes tamanhos e formas nas imagens. As bordas e diferenças de cores das caixas em relação ao fundo são detectadas, permitindo ao robô identificar claramente as áreas em que as caixas estão localizadas.
- Extração de características: suponha que o robô tenha a tarefa de separar as caixas pequenas das caixas grandes para armazenamento. Ele utiliza a extração de características para analisar as caixas detectadas. Isso envolve identificar atributos como tamanho, forma e cor das caixas. As caixas pequenas podem ser identificadas pela sua dimensão menor e possivelmente por características de cor específicas.
- Mapeamento para ações: com base nas características extraídas, o robô mapeia essas informações para ações específicas. Por exemplo, ele pode associar caixas pequenas às ações de pegar e armazenar em prateleiras destinadas a itens menores. As caixas grandes podem ser mapeadas para a ação de levá-las para áreas de armazenamento de itens maiores.
- Tomada de decisões: o robô utiliza algoritmos de decisão para avaliar as características extraídas e determinar qual ação é mais apropriada. Pode considerar fatores como disponibilidade de espaço nas prateleiras, prioridades de armazenamento ou outros critérios predefinidos para escolher entre as ações possíveis.
- Execução de ações: após a tomada de decisões, o robô executa as ações correspondentes. Ele se move em direção às caixas identificadas como pequenas, pega-as com seu braço robótico e as coloca nas prateleiras designadas para itens menores. Da mesma forma, ele pode mover as caixas grandes para áreas de armazenamento adequadas.
- *Feedback* e aprendizado: após cada ação realizada, o robô pode receber *feedback* por meio de sensores. Se alguma ação não for bem-sucedida, o robô pode aprender com essa experiência e ajustar suas decisões e ações futuras com base no *feedback* recebido.

Para realizar a programação desse exemplo, podemos usar o OpenCV (Open Source Computer Vision Library), que é uma biblioteca de código aberto

amplamente utilizada para processamento de imagens e visão computacional. Desenvolvida em C++ e com suporte para várias linguagens de programação, como Python, Java e muitas outras, o OpenCV oferece um conjunto abrangente de ferramentas e funções para realizar uma variedade de tarefas relacionadas ao processamento de imagens e à análise visual. Vamos realizar essa programação usando a linguagem de programação Python, conforme mostra os códigos a seguir.

Primero, vamos fazer a importação da biblioteca `opencv` e depois carregar a imagem capturada:

```
#Importando a biblioteca, caso não esteja instalada

#realizar a instalação !pip install opencv-python

import cv2


# Carrega a imagem e a converte para tons de cinza

imagem = cv2.imread('caixas.JPG')

# Exibe a imagem original capturada pelo robô

print("Imagem Capturada pelo Robô")

cv2.imshow("Imagem de entrada",imagem)
```

Na Figura 5, podemos observar a imagem capturada.

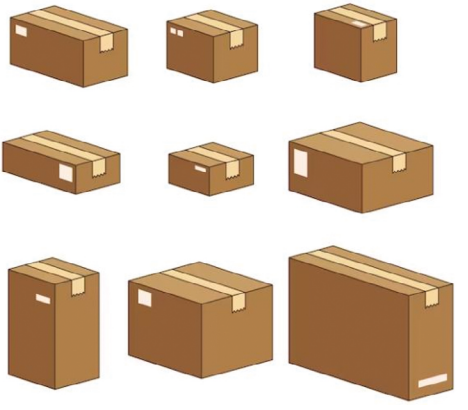


Figura 5. Imagem capturada.

Agora, vamos para a primeira etapa, que consiste na detecção e segmentação de objetos:

```
# Etapa 1: Detecção e Segmentação de Objetos

gray = cv2.cvtColor(imagem, cv2.COLOR _ BGR2GRAY)

# Aplica o detector de bordas Canny

edges = cv2.Canny(gray, 50, 150)

# Encontra os contornos na imagem

contornos, _ = cv2.findContours(edges, cv2.RETR _ EXTERNAL,
cv2.CHAIN _ APPROX _ SIMPLE)

# Desenha os contornos encontrados na imagem

imagem _ contornos = cv2.drawContours(imagem.copy(), contor-
nos, -1, (0, 255, 0), 2)

# Exibe a imagem com a detecção e segmentação de objetos

print("Detecção e Segmentação de Objetos")

cv2.imshow("Detecção",imagem _ contornos)
```

Na Figura 6, podemos verificar os objetos com seus devidos contornos.

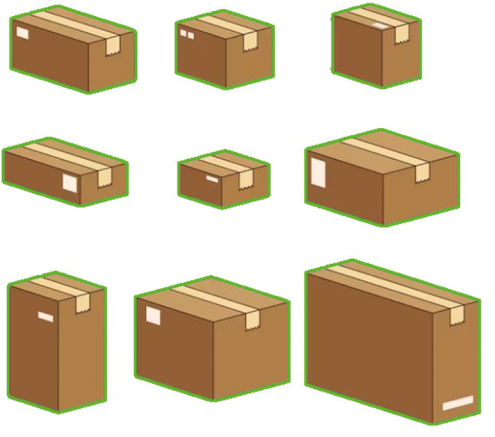


Figura 6. Imagem com contornos.

Uma vez identificados os contornos dos objetos, partimos para a segunda etapa, que consiste na extração de características dos objetos:

```
# Etapa 2: Extração de Características

print("Tamanho das Caixas")


# Itera sobre os contornos para encontrar e destacar caixas
pequenas

caixa _ pequena = contornos

for item in caixa _ pequena:

    x, y, w, h = cv2.boundingRect(item)

     cv2.rectangle(imagem _ contornos, (x, y), (x + w, y +
h), (0, 0, 255), 2)

    texto = "Tam: {} x {}".format(w, h)

   cv2.putText(imagem _ contornos, texto, (x, y - 10), cv2.
FONT _ HERSHEY _ SIMPLEX, 0.5, (0, 0, 255), 2)


# Exibe a imagem com os tamanhos das caixas destacados

cv2.imshow("Tamanhos",imagem _ contornos)
```

A Figura 7 ilustra a extração das características dos objetos — nesse caso, as alturas e larguras das caixas.

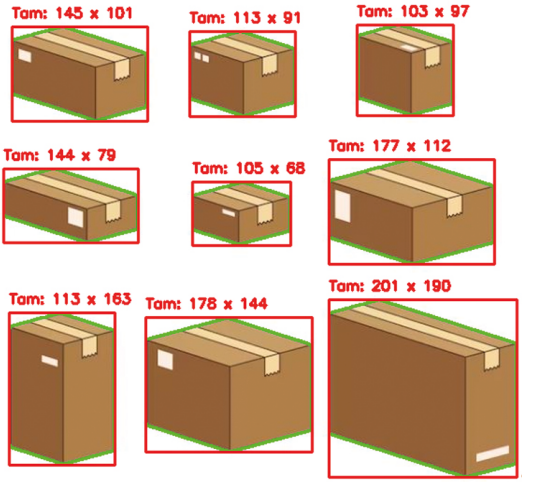


Figura 7. Extração de tamanhos dos objetos.

Na terceira etapa, é definida a ação que o robô deve executar com base nas características extraídas dos objetos — neste caso, ele deve realizar o armazenamento dos itens pequenos na prateleira para itens menores:

```
# Etapa 3: Mapeamento para Ações (neste exemplo, apenas exibindo)

print("Ação: Armazenar em prateleira para itens menores")
```

Na quarta etapa, são definidas as tomadas de decisões do robô — neste caso, escolher as caixas pequenas:

```
# Etapa 4: Tomada de Decisões (neste exemplo, apenas exibindo)

print("Decisão: Escolher caixa pequena")


# Itera sobre os contornos para identificar caixas pequenas com base em critérios de largura e altura

for caixa in contornos:
```

```
    x, y, w, h = cv2.boundingRect(caixa)

    if w < 146 and h < 100:

        cv2.rectangle(imagem_contornos, (x, y), (x + w, y
+ h), (0, 0, 255), 2)

        texto = "Pequena"

        cv2.putText(imagem_contornos, texto, (x + 20, y -
25), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 2)


# Exibe a imagem com as caixas pequenas destacadas

cv2.imshow("Caixas Pequenas",imagem_contornos)
```

A Figura 8 mostra as caixas que foram selecionadas por serem pequenas.

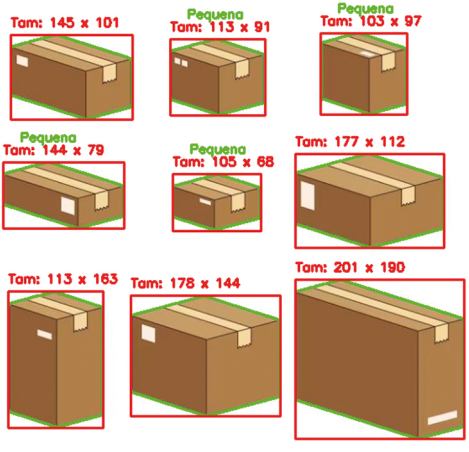


Figura 8. Caixas pequenas.

Na quinta etapa, a ação é realizada, com o robô guardando as caixas pequenas nas prateleiras de itens menores:

```
# Etapa 5: Execução de Ações (neste exemplo, apenas exibindo)

print("Ação: Mover caixa pequena para prateleira")
```

Na sexta etapa, é dado *feedback*, informando se a ação foi bem-sucedida:

```
# Etapa 6: Feedback e Aprendizado (neste exemplo, apenas exibindo)

print("Feedback: Ação bem-sucedida")


# Espera uma tecla ser pressionada e fecha as janelas

cv2.waitKey(0)

cv2.destroyAllWindows()
```

Saiba mais

Para saber mais sobre a utilização do OpenCV para a realização de tarefas de visão computacional, acesse sua documentação oficial, buscando por "OpenCV-Python Tutorials" em seu motor de busca na internet.

Neste capítulo, você conheceu detalhes da interseção entre a visão computacional e a robótica. Você viu como transformar informações visuais em ações inteligentes, conhecendo as etapas fundamentais desse processo. Você pôde compreender o fluxo de processamento em visão computacional, que se inicia com a obtenção de imagens por meio de sensores e técnicas de calibração, construindo-se a base da percepção visual dos robôs. Em seguida, você conheceu as etapas de pré-processamento e segmentação, que permitem aprimorar as imagens e destacar os elementos de interesse. A extração de características traz à tona os dados visuais e é seguida pelo reconhecimento de padrões, em que se capacita os robôs a interpretarem e agirem com base nas informações visuais (Russell; Norvig, 2013).

À medida que enfrentamos e superamos os desafios da visão computacional, abrimos caminho para uma era de inovações cada vez mais impressionantes. Essas inovações não só expandem as capacidades dos robôs, mas também moldam a maneira como eles interagem com o mundo à sua volta. A trajetória da visão computacional até os dias atuais é um testemunho do espírito humano de superar obstáculos, permitindo que a tecnologia alcance novos horizontes e inspire possibilidades infinitas no mundo da robótica e além. O entendimento desse cenário permite a melhor compreensão das possibilidades da robótica, com os robôs cada vez mais interagindo com o ambiente de forma perspicaz e inteligente, impulsionados pelo poder da visão computacional.

Referências

BARELLI, F. C. *Introdução à visão computacional*: uma abordagem prática com Python e OpenCV. São Paulo: Casa do Código, 2019.

BROWN, C. M. Computer vision and natural constraints. *Science*, v. 224, n. 4655, p. 1299-1305, 1984.

FORSYTH, D. A.; PONCE, J. *Computer vision*: a modern approach. Upper Sddle River: Prentice Hall, 2002.

NIEBLES, J. C.; KRISHNA, R. CS131 computer vision: foundations & applications. *Stanford University*, 2017. Disponível em: http://vision.stanford.edu/teaching/cs131_fall1718/. Acesso em: 11 set. 2023.

PRINCE, S. J.D. *Computer vision*: models, learning, and inference. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. *Inteligência artificial*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

Conteúdo:

sagah

RECONHECIMENTO DE PADRÕES

Júlio Serafim Martins

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Processamento de linguagem natural e a ciência de dados

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Reconhecer o papel do processamento de linguagem natural no contexto da ciência de dados.
- Identificar as vantagens do uso do processamento de linguagem natural para a ciência de dados.
- Descrever exemplos da relação entre processamento de linguagem natural e ciência de dados.

Introdução

Processamento de linguagem natural (PLN) é a tecnologia utilizada para que computadores entendam a linguagem do ser humano. Para isso, envolve a leitura e a compreensão da linguagem falada ou escrita por meio de um computador. É uma área de inteligência artificial (IA) e ferramenta importante para a ciência de dados, na resolução de diversos problemas e no desenvolvimento de aplicações. Neste capítulo, você vai estudar a importância do PNL no contexto da ciência de dados, conhecendo seus principais benefícios e acompanhando alguns exemplos práticos da relação entre PNL e ciência de dados.

1 PNL na ciência de dados

O PNL estuda e fornece aos computadores a capacidade de ler, compreender e interpretar a linguagem humana. Ajuda os computadores a analisar sentimentos e determinar quais partes da linguagem humana são importantes. Para máquinas, essa tarefa é extremamente difícil, em razão da grande quantidade de dados

não estruturados (como as publicações do Twitter), da falta de regras formais e da ausência de contexto ou intenção do mundo real. Inclui, por exemplo, a tradução automática de um idioma para outro, o reconhecimento de palavras faladas ou a resposta automática a perguntas (JURAFSKY; MARTIN, 2000).

Veja na Figura 1 um exemplo de aplicação que utiliza os conceitos do PLN. Provavelmente, você já usou o buscador Google. Como você pode observar, na caixa de pesquisa foi digitado o seguinte: "técnicas de estudo". O buscador do Google precisa compreender o que o usuário busca, para depois retornar os resultados mais compatíveis. Perceba a importância do PNL para uma das aplicações mais utilizadas no mundo.

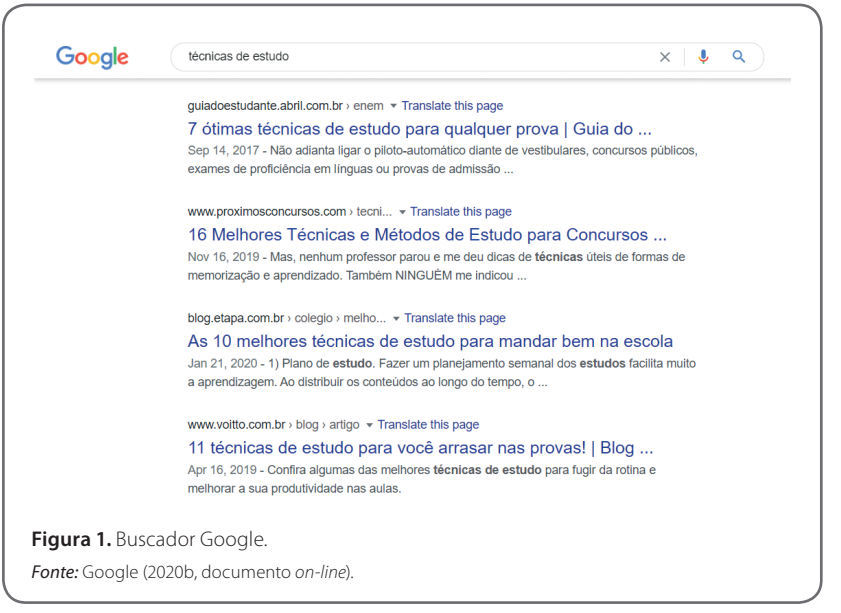


Figura 1. Buscador Google.

Fonte: Google (2020b, documento *on-line*).

Segundo Zeroual e Lakhouaja (2018), a PLN exerce um papel importante em aplicações que envolvem a ciência de dados, aplicações que, de alguma forma, utilizam dados para funcionar ou resolver problemas relacionados a esses dados. Algumas dessas aplicações pertencem a áreas da saúde, redes sociais, financeira, entre outras. Atualmente, as empresas precisam lidar com grandes quantidades e variedades de dados, como chamadas e *e-mails* de clientes, postagem em redes sociais e dados de aplicações móveis. É preciso muito esforço e tempo para transformar esses dados brutos em informações relevantes, já que o PLN ajuda na extração de dados de texto. Então, para um

cientista de dados, é essencial conhecer a área de PLN para resolver os mais diversos problemas.

O PNL, portanto, foca na interação entre ciência de dados, máquinas e linguagem humana. A área está crescendo em virtude das melhorias no acesso aos dados, do aumento do poder computacional e de resultados expressivos por profissionais de diversas áreas, como saúde, mídia, finanças, mercado de vendas. As características a seguir tornam o PNL adequado para resolver um conjunto de problemas relacionados à ciência de dados (JURAFSKY; MARTIN, 2000).

- Necessidade para entender o que um ser humano quer expressar por meio da fala ou da escrita.
- A máquina deve responder da forma mais precisa possível, considerando o que foi entendido na interação com o ser humano.
- Processamento e análise de uma grande quantidade de dados para fazer previsões ou fornecer sugestões de acordo com situação e o domínio.

As características acima indicam que é possível utilizar o PLN na resolução de problemas para facilitar a vida das pessoas e do cientista de dados da era digital. Por exemplo, imagine que uma empresa quer vender a maior quantidade de produtos possíveis para um determinado cliente a partir dos dados de compras anteriores ou dados dos produtos mais buscados e acessados por esse cliente. Como o PLN pode ajudar nessa situação? A Figura 2 mostra um exemplo.

Figura 2. Sistema de recomendação de produtos da Amazon.

Fonte: Amazon (2020, documento *on-line*).

Você já passou pela situação de estar em uma loja de produtos *on-line* e essa mesma loja sugerir novos produtos para comprar? A Figura 2 ilustra bem esse exemplo. Se você acessar o *site* da Amazon, buscar algum livro e clicar nesse livro, verá sugestões de compra de outros livros na parte de baixo da página. Isso ilustra uma das áreas que utilizam o PLN: **sistemas de recomendação**.

Sistemas de recomendação são aplicações que sugerem conteúdo a partir de dados gerados por pesquisas anteriores do usuário. É o caso da situação da Figura 2, que mostra a sugestão de vários livros a partir de um livro pesquisado. O PLN considera a categoria do livro, faz a leitura do título e da descrição do livro e apresenta sugestões similares. Portanto, ajuda a entender o que o usuário deseja, por meio de dados gerados pelo usuário (DAVIDSON *et al*., 2010).

O PNL, além disso, pode ser útil para a **clusterização**, um conceito importante na ciência de dados, que agrupa objetos similares de alguma maneira (DHURIA; TANEJA; TANEJA, 2016). A Figura 3 apresenta um exemplo de como dados podem ser clusterizados com o auxílio do PLN.

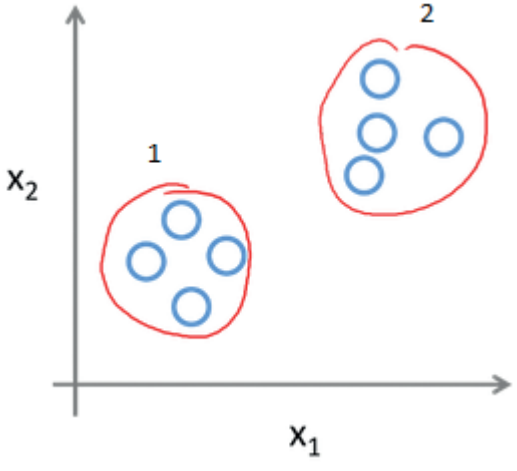


Figura 3. Clusterização.
Fonte: Barros (2016, documento *on-line*).

Imagine que uma empresa de comunicação quer agrupar um conjunto de notícias em dois grupos pelo conteúdo: notícias verdadeiras e notícias falsas (*fake news*). Nessa situação, o PNL pode ajudar com a leitura do título, das palavras e dos parágrafos. Dessa maneira, é possível utilizar a clusterização para agrupar as notícias. Como podemos imaginar, agrupar manualmente mil

notícias daria bastante trabalho para um cientista de dados que não conhece PLN e clusterização.

2 Vantagens do PNL para a ciência de dados

O PNL pode agir com a **aprendizagem de máquina**, que é um dos conceitos mais importantes na ciência de dados. Os sistemas de aprendizado de máquina armazenam palavras, as formas como elas estão agrupadas, parágrafos e sentenças. Além disso, às vezes, livros ou documentos inteiros são utilizados para processamento. Esse material é processado com base em regras gramaticais, figuras de linguagem e linguística, para encontrar padrões.

É nesse contexto que o PLN auxilia a ciência de dados, facilitando a busca por padrões nos dados que estão sendo analisados. Imagine um *software* que traduz frases de uma língua para outra. A frase "O cachorro é feliz" é traduzida para o inglês como "*The dog is happy*". O *software* de tradução pode prever que a frase "O cachorro é feio", em inglês começa com "*The dog is*", porque ele já aprendeu anteriormente o que significa "O cachorro é". A Figura 4 apresenta um exemplo de aplicação que traduz frases e documentos, o Google Tradutor.

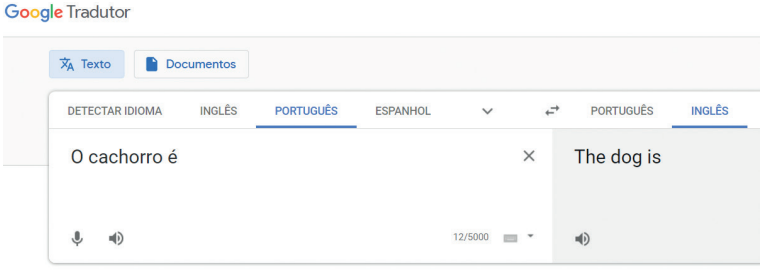


Figura 4. Google Tradutor.
Fonte: Google (2020c, documento *on-line*).

O Google Tradutor consegue identificar um padrão a partir da frase "O cachorro é", pois ele já aprendeu, com exemplos anteriores e regras gramaticas, qual o significado dessa frase em inglês. O PLN, portanto, também é importante em aplicações que tentam prever esses padrões.

Outra vantagem, apontada por Kao e Poteet (2007), é que com PLN é possível analisar uma grande quantidade de texto e de forma profunda, não

superficial. Por exemplo, quando uma empresa deseja verificar se os clientes estão gostando de um determinado produto, o PLN pode analisar os comentários dos clientes, suas revisões e críticas sobre o produto, entendendo o pensamento das pessoas e suas percepções. Sem o PNL fornecendo suporte crítico, é muito difícil obter tantas informações importantes sobre os dados no texto. Por isso, tentar entender o sentimento é uma tarefa muito mais complexa e lenta sem o PLN.

Segundo Brandtzaeg e Følstad (2017), o PLN também auxilia na automatização de tarefas com a leitura de dados de texto. Os *chatbots*, por exemplo, são *software* que podem conduzir uma conversa com texto, aproximando-se de uma conversa entre seres humanos. Imagine a seguinte situação: José quer entrar em contato com seu banco pela internet para resolver um problema. Geralmente, o atendimento inicial é feito por *chatbot*. Então, João digita a seguinte frase "Não reconheço uma cobrança na minha fatura do cartão!". O *chatbot* vai entender que José quer falar sobre o seu cartão, porque ele processa os dados no texto e encontra a palavra-chave "cartão". Em seguida, é fornecido um conjunto de opções relacionadas ao cartão, mas nenhuma delas ajuda a resolver o problema de José. Ele então escreve um longo texto com palavras agressivas e pontos de exclamação. O PLN, por meio da leitura dos dados da conversa, pode ajudar o *chatbot* a entender que João está impaciente pela forma que escreve o texto. Desse modo, o cliente é redirecionado para um atendimento humano. Essa situação mostra o quanto a área se preocupa em analisar todo tipo de informação que traga algum tipo de valor para o entendimento da máquina, que, nesse caso, era o atendente *chatbot*. A Figura 5 ilustra um exemplo desse tipo de atendimento.

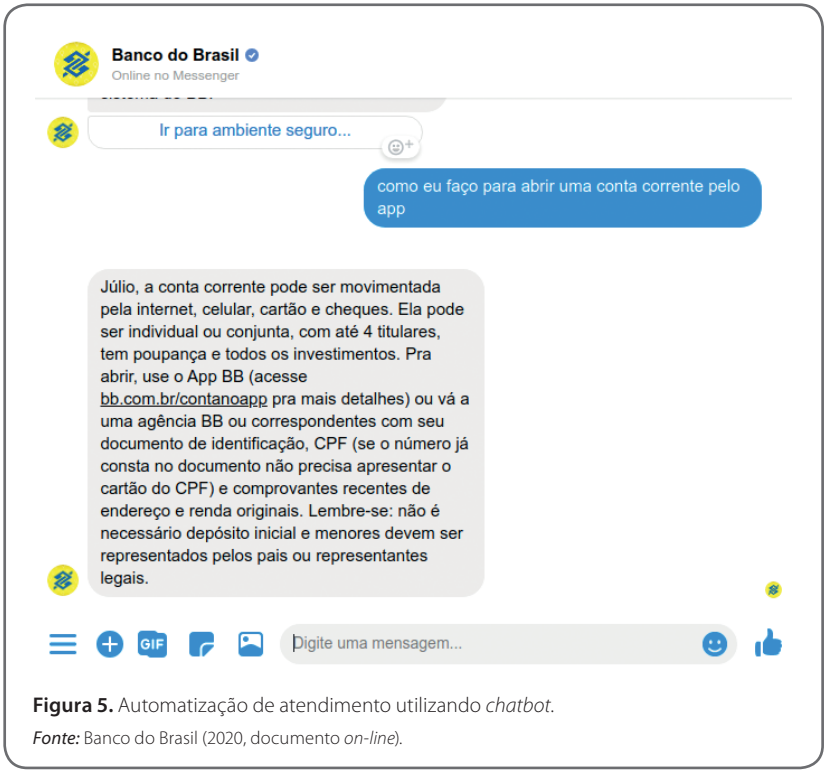


Figura 5. Automatização de atendimento utilizando *chatbot*.

Fonte: Banco do Brasil (2020, documento *on-line*).

Perceba que, a partir de determinado texto, o PNL consegue fornecer uma resposta para tentar resolver o problema. Por exemplo, foi digitada a frase "como eu faço para abrir uma conta corrente pelo app". Com essa frase, o *chatbot* conseguiu entender a solicitação e enviou a resposta mais precisa possível para solucionar o problema por meio da análise do texto, automatizando o atendimento ao cliente.

De maneira geral, a ciência de dados juntamente com o PLN pode trazer muito valor para os negócios empresariais. Veja a seguir mais algumas vantagens, apontadas por Bird, Klein e Loper (2009).

- Conversas mais naturais e próximas dos seres humanos, por meio de *software*, como *chatbots*: desenvolvedores e cientistas de dados, quando implementam esse tipo de aplicação, utilizam aprendizado de máquina para permitir conversas mais próximas da realidade entre seres humanos. Esse processo requer tempo e treinamento, além de um grande conjunto

de dados para entender e interpretar. Assim, essas aplicações podem proporcionar ao usuário uma boa experiência de atendimento.

- Alocação de recursos humanos de forma eficiente: *chatbots* podem ser usados para conversas simples ou operações repetitivas, enquanto aspectos mais críticos ficam com os seres humanos. Esse tipo de aplicação diminui o esforço humano para tarefas manuais e repetitivas, melhorando a eficiência operacional e permitindo o crescimento do negócio ao longo do tempo, por alocar profissionais humanos capacitados em outras atividades de forma mais eficiente.
- Redução dos custos: a análise de dados de forma mais rápida e prática com o PLN pode acarretar redução dos custos, já que, com as ferramentas disponíveis, não é necessário gastar tanto tempo e recurso para encontrar informações facilmente obtidas com o PNL.
- Alta satisfação do usuário: ao analisar as revisões e a satisfação do cliente sobre um produto ou serviço, a empresa pode entender os pontos que devem ser melhorados e o que deve ser mantido. A tendência, desse modo, é que o cliente fique cada vez mais satisfeito com o serviço prestado.
- Melhoria na análise dos dados: é possível analisar dados, desde comentários em redes sociais até consulta de informação em grandes quantidades de texto, em menos tempo, de forma mais profunda e precisa.

3 Exemplos da relação entre PNL e ciência de dados

Segundo Zeroual e Lakhouaja (2018), a **análise de sentimento** é um exemplo importante de aplicação de PLN na ciência de dados, que tenta identificar e extrair informação subjetiva nos dados de texto. Dessa forma, pode transformar texto não estruturado (texto bruto) em um resumo básico de informação contida no texto. Esse tipo de técnica pode ajudar na detecção de comentários de pessoas em redes sociais, por exemplo, se as pessoas tem uma visão positiva, negativa ou neutra de um assunto, com base em seus comentários. A Figura 6 mostra um exemplo de resultado de uma análise de sentimento.

Figura 6. Resultado de uma análise de sentimento.
Fonte: Gomes (2019, documento *on-line*).

Outro problema que pode ser resolvido com o PLN e a ciência de dados é o de contratação e recrutamento de novos empregados em empresas. Uma grande empresa, que recebe diversos currículo todos os dias, por exemplo, precisa de ajuda para escolher os melhores candidatos. A empresa pode levar horas ou vários dias para filtrar os currículos dos melhores candidatos. No entanto, com o apoio do PLN, essa tarefa pode ser automatizada. Com os dados dos currículos, o recrutador pode encontrar o melhor candidato mais facilmente, sem precisar ler cada resumo ou filtrar os currículos manualmente. Técnicas como extração de informação podem ajudar nesse sentido, extraindo características como habilidades, nome, endereço e nível educacional. Desse modo, é possível encontrar os candidatos e classificá-los em categorias de, por exemplo, "apto" ou "não apto" para determinado cargo (TORFI *et al*., 2020).

Assistentes de voz, como Google Assistente, Siri (Apple) e Cortana (Microsoft), também são aplicações conhecidas e importantes. São *software* que usam reconhecimento de fala e PNL para entender comandos verbais de um usuário e agir de acordo com esses comandos. Nesse caso, os dados processados são os comandos de voz do usuário. Então, é necessário utilizar o PLN para entender o que o usuário está solicitando ao assistente virtual (HOY, 2018). A Figura 7 mostra um exemplo de uso do Google Assistente.

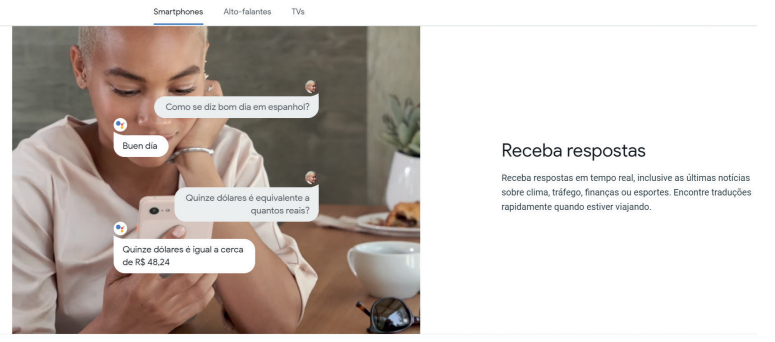


Figura 7. Utilização do Google Assistente.
Fonte: Ok Google (c2020, documento *on-line*).

Como é possível perceber na Figura 7, esse tipo de aplicação pode ajudar a resolver problemas do cotidiano, como verificar o câmbio de determinada moeda. Para emitir uma resposta adequada ao usuário, o *software* necessita entender bem o que foi dito, além de conseguir analisar um conjunto massivo de dados para responder da melhor maneira possível. Isso é feito com o PNL, tanto para entender o que foi dito por voz quanto para analisar os diversos dados e trazer uma informação precisa.

Outra aplicação bem conhecida que pode utilizar PNL é o Gmail, do Google. O Gmail sugere respostas inteligentes com base na leitura dos dados contidos no corpo do *e-mail*. A Figura 8 ilustra esse exemplo.

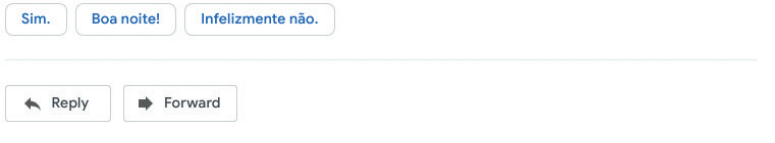


Figura 8. Resposta inteligente do Gmail.
Fonte: Google (2020a, documento *on-line*).

Como você pode perceber, o PNL é uma ferramenta poderosa para a ciência de dados, possibilitando aplicações eficientes, além de resolver problemas. De modo geral, envolve uma base massiva de dados (*big data*), o entendimento e a análise sobre esses dados, para extrair informações úteis para pequenas e grandes organizações e, até mesmo, usuários comuns.

Referências

AMAZON. São Paulo: Amazon, 2020. Disponível em: https://www.amazon.com.br/. Acesso em: 13 set. 2020.

BANCO DO BRASIL. *Perguntas frequentes*. Brasília, DF: BB, 2020. Disponível em: https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/perguntas-frequentes?utm_source=Portal&utm_medium=Footer&utm_campaign=FaleConosco#/. Acesso em: 13 set. 2020.

BARROS, P. *Aprendizagem de máquina*: supervisionada ou não supervisionada? [*S. l.*]: Medium, 2016. Disponível em: https://medium.com/opensanca/aprendizagem-de-maquina-supervisionada-ou-n%C3%A3o-supervisionada-7d01f78cd80a. Acesso em: 13 set. 2020.

BIRD, S.; KLEIN, E.; LOPER, E. *Natural language processing with Python*: analyzing text with the natural language toolkit. Boston: O'Reilly Media, 2009.

BRANDTZAEG, P. B.; FØLSTAD, A. Why people use chatbots. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERNET SCIENCE, 4., 2017, Thessaloniki. *Proceedings* [...]. Cham: Springer, 2017.

DAVIDSON, J. *et al*. The YouTube video recommendation system. *In*: ACM CONFERENCE ON RECOMMENDER SYSTEM, 4., 2010, Barcelona. *Proceedings* [...]. New York: Association for Computing Machinery, 2010.

DHURIA, S.; TANEJA, H.; TANEJA, K. NLP and ontology based clustering: an integrated approach for optimal information extraction from social web. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING FOR SUSTAINABLE GLOBAL DEVELOPMENT (INDIACom), 3., 2016, New Delhi. *Proceedings* [...]. New Delhi: IEEE, 2016.

GOMES, P. C. T. *Análise de sentimentos com machine learning*. [*S. l.*]: Data Geeks, 2019. Disponível em: https://www.datageeks.com.br/analise-de-sentimentos/. Acesso em: 13 set. 2020.

GOOGLE. *Gmail*. Mountain View: Google, 2020a. Disponível em: https://mail.google.com/. Acesso em: 13 set. 2020.

GOOGLE. [*Resultado da pesquisa*:] técnicas de estudo. Mountain View: Google, 2020b. Disponível em: https://www.google.com/search?q=T%C3%A9cnicas+de+estudo&oq=T%C3%A9cnicas+de+estudo+&aqs=chrome..69i57j0l7.583j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 13 set. 2020.

GOOGLE. *Tradutor*. Mountain View: Google, 2020c. Disponível em: https://translate.google.com.br/?hl=pt-BR. Acesso em: 13 set. 2020.

HOY, M. B. Alexa, Siri, Cortana, and more: an introduction to voice assistants. *Med Ref Serv Q*, v. 37, n. 1, p. 81-88, 2018.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. *Speech and language processing*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

KAO, A.; POTEET, S. R. (ed.). *Natural language processing and text mining*. New York: Springer, 2007.

OK GOOGLE. *Smartphones*. Mountain View: Google, c2020. Disponível em: https://assistant.google.com/intl/pt_br/platforms/phones/. Acesso em: 13 set. 2020.

TORFI, A. *et al*. *Natural language processing advancements by deep learning*: a survey. Ithaca: Cornell University, 2020.

ZEROUAL, I.; LAKHOUAJA, A. Data science in light of natural language processing: an overview. *Procedia Computer Science*, v. 127, p. 82-91, 2018.

Leituras recomendadas

COLLOBERT, R. *et al*. Natural language processing (almost) from scratch. *Journal of Machine Learning Research*, v. 12, p. 2493-2537, 2011.

MANNING, C.; SCHUTZE, H. *Foundations of statistical natural language processing*. Cambridge: MIT, 1999.

NASCIMENTO, P.; OSIEK, B. A. Análise de sentimento de tweets com foco em notícias. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, v. 14, n. 2, 2015. Disponível em: periodicosibepes.org.br/index.php/reinfo/article/view/1525/pdf. Acesso em: 13 set. 2020.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL

Michel Bernardo Fernandes da Silva

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Introdução à análise de sentimentos

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deve apresentar os seguintes aprendizados:

- Definir o que área de análise de sentimentos abrange.
- Descrever exemplos de aplicações de análise de sentimentos.
- Identificar recursos para soluções de análise de sentimentos.

Introdução

Constantemente, as pessoas expressam seus sentimentos por diferentes aplicações ou ferramentas de mídia social, compartilhando pela internet suas opiniões, experiências ou comentários sobre eventos, produtos, serviços ou assuntos de seu interesse. Analisar o sentimento das palavras de um texto e encontrar sua polaridade não são tarefas elementares, já que classificação da intensidade de sentimento pode depender de múltiplos valores, como o contexto da classificação para a área de análise, a existência de frases irônicas e sarcásticas presentes em diálogos informais e a consideração de palavras conjuntas.

Há três abordagens diferentes na análise de sentimentos: a léxica, a por aprendizado de máquina e a híbrida, que contempla ambas. Na abordagem por aprendizado, por exemplo, são utilizados textos previamente classificados como bases de treinamentos, mas seu maior inconveniente reside na necessidade de obtenção de textos já classificados.

Neste capítulo, você entenderá a área de análise de sentimentos, a partir da apresentação de exemplos de sua aplicação em diversas áreas e da identificação de recursos necessários para soluções de análise de sentimentos.

1 Abrangência da análise de sentimentos

Uma tarefa da classificação de textos consiste na análise de sentimentos, isto é, a extração de um sentimento, de uma orientação que a pessoa que escreveu deseja expressar sobre algum objeto. Por exemplo, um comentário sobre um livro, uma opinião sobre filme ou produto ou um relato de sua experiência durante a realização de um serviço na internet expressam o sentimento do autor sobre esses eventos.

Assim, a extração do sentimento do consumidor e do público compreende um campo relevante para áreas como *marketing*, política, tecnologia, entre outras (JURAFSKY; MARTIN, 2019), com diversas aplicações possíveis. Para filmes, analisa-se se opiniões sobre o filme são positivas ou negativas; para produtos, é útil conhecer o que as pessoas estão achando de um lançamento; em relação à opinião pública, como está a confiança do consumidor na economia e se ela está crescendo ou não; e, em relação à política, o que as pessoas pensam sobre um candidato ou uma questão pública, bem como para predição do resultado de uma eleição ou do sentimento do mercado (JURAFSKY; MARTIN, 2019).

Existem muito conceitos relacionados à análise de sentimentos, ou *sentiment analysis*, utilizados de modo intercambiável, mas com nuances: mineração de opiniões, análise de subjetividade e mineração de sentimentos. A análise de sentimentos trata do estudo computacional de opiniões, sentimentos e emoções manifestados em texto com a utilização de técnicas para identificar e extrair subjetivas informações contidas em um dado material, verificando qual sentimento eles representam e decidindo se o documento exprime uma opinião positiva, negativa ou neutra, e até mesmo tentando classificar qual emoção está presente, como alegria, raiva, felicidade e tristeza.

Os sentimentos podem expressar o grau de satisfação ou de insatisfação do autor do texto em relação a um produto, serviço, evento, experiência vivida ou personalidade artística, esportiva ou política.

A versão mais simples da análise de sentimentos constitui uma tarefa de classificação binária com opiniões positivas e negativas, e as palavras da avaliação são dicas para encontrar um sentimento projetado daquela avaliação.

Exemplo

A seguir, foram exemplificados trechos de avaliação positivas e negativas de hotéis e restaurantes a partir de opiniões reais do *site* TripAdvisor (2020).

- **Positivo:** [...] uma bela experiência gastronômica. Garçons e *maître* extremamente atenciosos e eficientes. O restaurante em si é lindo....
- **Positivo:** O hotel está localizado em uma região muito conveniente de São Paulo, há vários bares e restaurantes que podem ser alcançados a pé, é também uma região segura. [...]
- **Negativo:** [...], mas a espera é horrível e, após sentar, inúmeras pessoas olhando e esperando você levantar apara ocupar seu lugar, foi uma experiência horrível.
- **Negativo:** Comida fria, sem tempero, murcha e preço exorbitante.

Palavras como grande, ricamente, conveniente, extraordinário ou patético, horrível ou ridiculamente são dicas muito relevantes para a determinação da polaridade do texto.

Entretanto, também há opiniões com mais de uma polaridade, como "Apesar de a qualidade de chamada desse *smartphone* ser boa, a vida útil de sua bateria é curta", e, em outros casos, não existe um sentimento definido, pois uma postagem pode ter uma palavra positiva ou negativa e não expressar nenhum sentimento, como "Comprei esta camisa na semana passada e já está toda amassada".

Uma das razões para o estudo da área de análise de sentimentos reside no fato de que as opiniões de outras pessoas influenciam nossos comportamentos, já que faz parte da natureza humana querer saber o que outras pessoas pensam.

Do ponto de vista das empresas, é possível verificar a aceitação de produtos, checar o desempenho de seu concorrente e realizar um *feedback* para a linha de produção com base nos problemas levantados. Antes da evolução da análise de sentimentos, as empresas contratavam pesquisas de opinião com seus clientes, a fim de verificar seu sentimento, normalmente por institutos de pesquisas. Já da perspectiva dos consumidores, são analisados a qualidade de produtos e serviços ofertados e o custo-benefício, informações anteriormente obtidas por meio de familiares, amigos ou *experts* do setor.

Contudo, há algumas dificuldades na análise de sentimentos, como o fato de o sentimento nem sempre estar explícito no texto — existem sentenças subjetivas frequentes, como "Esse carro é ruim!", "Eu amo esse *smartphone*!".

Adicionalmente, uma questão de ponto de vista e de contexto pode influenciar na determinação do sentimento da mensagem, por exemplo, quando da comparação entre marcas, em que a determinação do sentimento depende do cliente.

Outro tipo de sentença são as objetivas, como "O litro da gasolina está R$ 4,00" ou "Essa máquina tem 10 anos de vida útil", frases normalmente informativas e que não têm polaridade, consideradas neutras e para as quais uma escala positiva/negativa não é a mais apropriada.

Outra dificuldade, principalmente em países muito extensos como o Brasil, são os regionalismos da língua, já que a mesma palavra pode ter apropriações diferentes de acordo com o local de origem do interlocutor.

Um ponto a ser observado das classificações automáticas reside na falta de identificação de sarcasmos ou ironias, muito comuns nas mensagens em mídias sociais, nos quais há uma menção aparentemente positiva ou neutra, mas com o sentido oposto, por exemplo, "O candidato X, no debate da TV, com propostas superinovadoras: melhorar a saúde, educação e emprego. Por que ninguém pensou nisso antes?".

Fique atento

Em razão do crescimento exponencial do público *on-line*, com a pluralidade de redes sociais e o aumento vertiginoso do volume de dados publicados diariamente, a análise de sentimentos entrou na era da automatização de processos, em que as ferramentas investiram seus esforços na mineração de dados. Segundo Silva e Stabile (2016), esse investimento se deu mais no sentido de cobrir o maior número de redes do que para suprir as demandas emergentes do mercado, sem desenvolver metodologias eficientes para a classificação de polaridades.

Há diferentes níveis de análise na análise de sentimentos, como o documento/texto integral, uma sentença ou aspectos ou atributos, um nível mais sofisticado de análise.

Features como as palavras e suas respectivas frequências, partes do discurso, adjetivos de opinião, negações e dependência sintática são utilizados em técnicas de classificação de sentimentos.

Emprega-se a análise afetiva para o reconhecimento de emoções, sem se restringir às classificações positivo, negativo ou neutro, com a possibilidade de

identificar emoções como tristeza ou angústia, ambas denotando intensidade negativa, mas com significados diferentes.

2 Exemplos de aplicação de análise de sentimentos

A seguir, apresentaremos exemplos de aplicação de análise de sentimentos no mundo atual, como a utilizada na avaliação de produtos no *site* da Amazon para comércio eletrônico e aquela aplicada a finanças.

Análise de sentimentos na avaliação de produtos

Ao buscar informações de um produto na internet, também encontramos opiniões sobre o que as pessoas acham a seu respeito, além de haver, conforme o *site*, uma nota atribuída ao produto/serviço, de 0 a 10 ou uma classificação de 1 a 5 estrelas, que demonstra a satisfação ou a insatisfação do cliente. Essas informações das notas podem dar origem a *rankings* e classificações calculados pelo *site*. Por exemplo, ao pesquisar em um *site* de comércio eletrônico, existem avaliações dos clientes sobre os produtos capazes de mostrar dicas úteis quanto às características do produto, relatando situações em que tiveram sua expectativa superada, atendida ou não atendida, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Avaliação de produto no qual existem uma classificação de 1 a 5 estrelas e um comentário respectivo.

Fonte: Captura de tela do usuário no *site* Amazon em 26 fev. 2020.

Em alguns casos, há uma avaliação por característica do produto, como exibido na Figura 2.

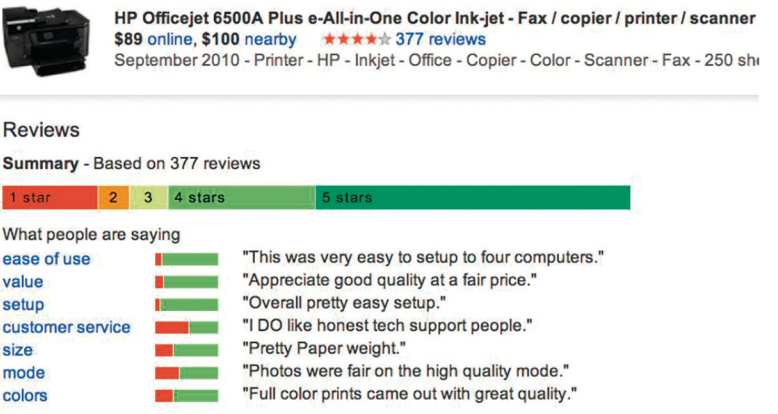


Figura 2. Exemplo de avaliação de produto no qual existe uma categorização por aspecto ou característica. Nesse caso, os atributos foram facilidade de uso, valor, serviço ao consumidor, tamanho e cores.

Fonte: Captura de tela do usuário no *site* Google em 26 fev. 2020.

Análise de sentimentos aplicada a finanças

A análise de sentimentos também pode ser utilizada para verificar o "termômetro" em relação a diversos assuntos. Nesse contexto, inclui-se também o Twitter como uma plataforma para divulgação e *marketing* de produtos: os produtores de cinema, por exemplo, têm investido massivamente em propagandas e *marketing* voltados aos usuários dessa rede social, com resultados de análises de sentimento obtidos mais rapidamente que os métodos de pesquisa tradicionais.

Exemplo

É possível conectar medidas de opinião pública mensuradas por pesquisas com análise de sentimentos medidos de textos da internet, notadamente no Twitter. Em um estudo da Carnegie Mellon University (O'CONNOR *et al.*, 2010), verificou-se um índice de correlação pouco superior a 80% entre o índice de confiança na economia medida pelo Instituto Gallup e o sentimento verificado entre as mensagens no Twitter (Figura 3).

O gráfico se inicia em 2008, quando do início de uma crise financeira internacional que teve a quebra do Lehman Brothers e de outros bancos norte-americanos em setembro de 2008. Nesse período, o índice de sentimento do Twiter foi diminuindo na mesma medida em relação ao índice de confiança da Gallup. A partir de 2009, houve um crescimento de ambos os índices. Assim, 80% da variação do índice de confiança Gallup pode ser explicada pela variação do índice de análise de sentimentos do Twitter.

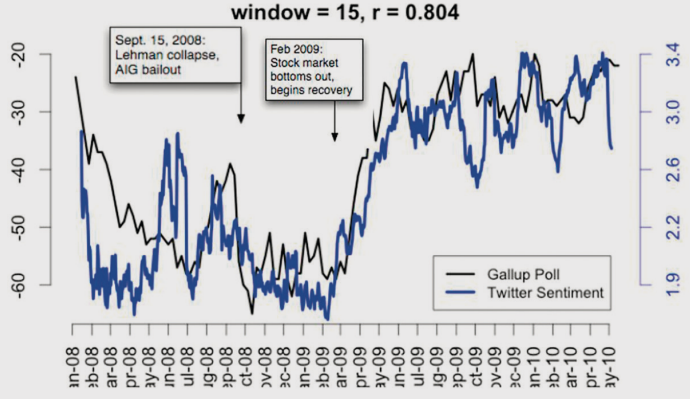


Figura 3. Gráfico que compara a evolução do índice de confiança da economia medido pelo Gallup e o sentimento percebido no Twitter: o índice de correlação entre ambos é de 80,4%.

Fonte: Jurafsky (2020, documento *on-line*).

3 Recursos para soluções de análise de sentimentos

Já foram elaboradas diversas ferramentas para a análise de sentimentos, principalmente para mídias sociais, como o fato de vários aplicativos analisarem tweets automaticamente, tanto a partir de soluções gratuitas quanto com custo de assinatura.

Saiba mais

A ferramenta NCSU Tweet Sentiment Visualization App, uma aplicação gratuita via Web, busca uma visualização que apresente as características emotivas contidas em um texto, com medidas de confiança para as estimativas. Nessa ferramenta, os *tweets* podem ser visualizados de forma diferente pelas abas no topo da janela.

Ao usarmos, por exemplo, a ferramenta da North Carolina State University (NCSU), na Aba Sentiment, cada *tweet* é mostrado como um círculo posicionado por sentimento, uma estimativa da emoção contida no texto de cada *tweet*. *Tweets* desagradáveis são colocados como círculo à esquerda e os agradáveis ficam à direita; já os tranquilos são desenhados como círculos mais escuros na parte inferior e os ativos como círculos mais brilhantes na parte superior (PRINCETON UNIVERSITY, 2020). A Figura 4 mostra a análise de sentimentos realizada pela ferramenta a partir da palavra "Petrobrás".

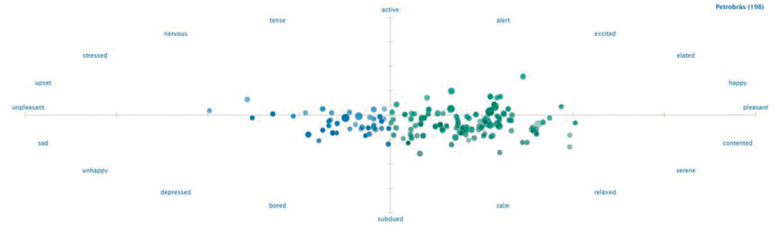


Figura 4. Gráfico de análise de sentimentos da Tweet Visualizer com a palavra "Petrobrás".
Fonte: Captura de tela do usuário no *site* Sentiment Viz em 26 fev. 2020.

Outra aba disponível é a Topics, na qual os *tweets* são agrupados em tópicos, indicados por palavras-chave acima do *cluster*. Na aba Heatmap, prazer e excitação são usados para dividir sentimentos em uma grade 8 × 8. O número de *tweets* dentro de cada célula na grade é contado e empregado para colorir a célula: vermelho para mais *tweets* que a média e azul para menos *tweets* que a média; já células brancas não contêm *tweets* (Figura 5).

Figura 5. Mapa de calor da Tweet Visualizer com a palavra "university".

Fonte: Captura de tela do usuário no *site* Sentiment Viz em 26 fev. 2020.

Outra representação corresponde à nuvem de palavras: no caso de um assunto, quanto mais frequente a palavra, maior ela aparece na figura. Já a linha do tempo mostra a quantidade de *tweets* postados e sua polaridade por horas do dia em que foram postados, compreendendo um recurso muito utilizado quando há uma notícia relevante divulgada sobre determinado assunto. Ainda, existe um mapa que mostra onde ocorreram as postagens.

Há também uma representação de afinidade que mostra *tweets* frequentes, pessoas, *hashtags* e *sites* desenhados em um gráfico para mostrar a importância dos atores e a relação de afinidade entre eles. Por fim, os tweets considerados para análise são listados para mostrar a data, o autor, o sentimento e o texto.

Análise léxica

Para que ocorra uma análise de sentimentos e de polaridade, é necessário um dicionário de palavras, no qual cada palavra ou associação de palavras precisa ter uma classificação correspondente.

Esse dicionário é construído com base na língua em que está escrito o texto. Quando as ferramentas dispõem de suporte para o idioma português, muitas vezes utilizam um dicionário genérico. Assim, recomenda-se trabalhar com dicionários específicos para cada área de estudo, pois as mesmas palavras podem receber pontuações e classificações distintas em função do tema da frase analisada.

Um dicionário em língua inglesa amplamente utilizado é o WordNet®, que contém, no seu banco de dados, verbos, adjetivos e advérbios agrupados em conjuntos de sinônimos cognitivos ou *synsets*, cada um expressando um conceito diferente. Os *synsets* são interligados por relações conceituais, semânticas e léxicas. Entretanto, esse dicionário não tem a intensidade de sentimentos ou polaridade atribuída a cada palavra (PRINCETON UNIVERSITY, 2020).

Com o analisador de sentimentos SentiWordNet (2020), a cada palavra ou termo de texto estará associada uma pontuação numérica, representativa da intensidade de um sentimento positivo ou negativo. As pontuações do SentiWordnet (2020) variam de 0,0 a 1,0, como mostrado na Figura 6.

Além da polaridade positivo/negativo, o texto deve ser caracterizado como objetivo, no qual não é expressa nenhuma opinião, havendo somente uma descrição de uma situação ou evento, ou subjetivo, em que está expressa uma opinião sobre o assunto de interesse. Essa categorização entre objetivo e subjetivo é binária.

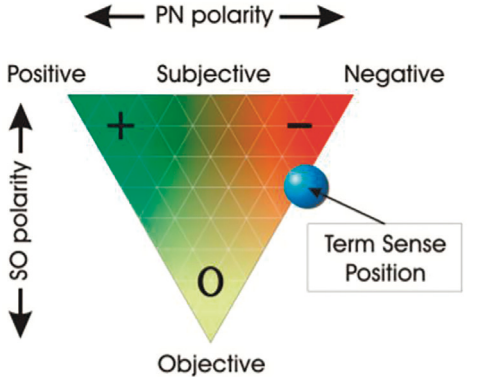


Figura 6. Representação gráfica adotada pelo SentiWordNet para apresentação das características de opinião de sentido de um termo.

Fonte: Esuli e Sebastiani (2006, p. 421).

Na Figura 7, apresentamos um diagrama de classes do dicionário de unigramas com seus atributos e métodos.

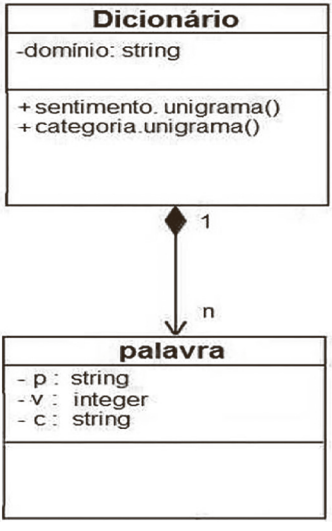


Figura 7. Diagrama de classes de dicionário de unigramas.

Fonte: Rosa (2015, p. 34).

Ao utilizar dicionários somente com unigramas, o resultado de algumas frases pode ser alterado, pois o uso da palavra "boa" e do bigrama "nada boa" produzem resultados distintos.

Foram desenvolvidos alguns dicionários de análise de sentimentos em português, como o Sentimeter-Br (ROSA; RODRIGUEZ; BRESSAN, 2013), com termos focados no setor de cosméticos, e o SentiStrength, que utiliza um dicionário léxico anotado por humanos e ampliado com a utilização de *machine learning* (MELO, 2017).

Saiba mais

Além do idioma inglês, o dicionário SentiStrength está disponível em outros idiomas, como finlandês, alemão, holandês, espanhol, italiano, russo.

Cada dicionário do SentiStrength é composto por arquivos que contêm palavras, emoticons, palavras de negação, gírias, palavras de intensidade, com seus respectivos pesos, sendo quatro os arquivos principais explorados no dicionário em português: EmoticonLookupTable.txt, EmotionLookupTable.txt, NegatingWordList.txt e BoosterWordList.txt.

Para cada token de um dicionário, o SentiStrength atribui pontuações individuais, inserindo-se também emoticons, cuja escala de valor é de –5 a +5. Para palavras representando emoções positivas, são atribuídos valores entre +1 e +5, e, para palavras com emoções negativas, entre –5 e –1. No intervalo entre os valores, –1 e 1 são usados para indicar emoções neutras. Assim, as pontuações +5 e –5 são empregadas para indicar emoções muito positivas e muito negativas, respectivamente. O SentiStrength divide o texto em trechos de uma ou mais sentenças e atribui valores positivos negativos para cada sentença, informando a pontuação máxima ou mínima entre todas as palavras de uma sentença (MELO, 2017).

De acordo com Benevenuto, Ribeiro e Araújo (2015), a análise de sentimentos que utiliza dicionários léxicos representa uma das estratégias mais eficientes na utilização de recursos computacionais com capacidade de predição, em que o processo apresenta três etapas principais: inicialmente, recebe-se uma sentença de entrada; depois, faz-se o processamento de linguagem natural com uma busca no léxico dos termos que compõem a frase; e, por fim, o método resulta na polaridade ou no sentimento da sentença de entrada (Figura 8).

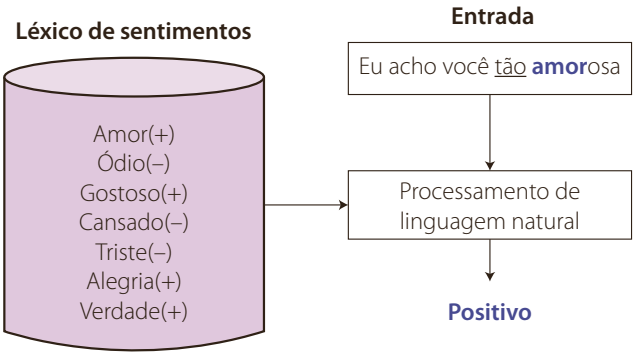


Figura 8. Léxico de sentimentos.

Fonte: Adaptada de Benevenuto, Ribeiro e Araújo (2015).

As etapas envolvidas na construção de um dicionário de sentimentos em língua portuguesa para um domínio específico são (ROSA, 2015):

- seleção de palavras-chave para um tema específico;
- captura de frases da rede social ou *microblog* relacionadas às palavras-chave;
- seleção das palavras com valor sentimental e categorização por especialistas no assunto;
- descarte de palavras sem valor de sentimento (*stopwords*), como preposições, artigos e pontuação do texto;
- construção de dicionário de unigramas;
- atribuição de um valor de sentimento a bigramas e trigramas por fórmula de obtenção de n-gramas;
- finalização da construção de um domínio específico;
- aplicação da métrica de intensidade de sentimento ao finalizar a frase;
- valor de intensidade sentimental da frase.

A função `sentimento.unigrama` (p_i) retorna o valor de sentimento, extraído do dicionário, correspondente à palavra p_i.

Neste capítulo, em resumo, você pode ter acesso a uma introdução sobre a análise de sentimentos, mostrando sua abrangência, técnicas, recursos e exemplos de aplicações, além dos diversos dicionários de sentimentos.

Referências

BENEVENUTO, F.; RIBEIRO, F.; ARAÚJO, M. Métodos para análise de sentimentos em mídias sociais. *In*: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA AND THE WEB (WEBMEDIA), 21., 2015, Manaus. *Anais* [...]. Manaus: ACM, 2015

ESULI, A.; SEBASTIANI, F. SentiWordNet: a publicly available lexical resource for opinion mining. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGE RESOURCES AND EVALUATION, 5., 2006, Genoa. *Proceedings* [...]. Genoa: LREC, 2006. p. 415–422.

JURAFSKY, D. *Sentiment analysis*: what is sentiment analysis? [2020]. Disponível em: https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/slides/7_Sent.pdf. Acessoe m: 26 abr. 2020.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. *Speech and language processing*: an introduction to natural language processing, computational linguistics, and speech recognition. 3rd. ed. [*S. l.*: *s. n.*], 2019.

MELO, R. L. *Avaliando o dicionário em português do método de análise de sentimentos SentiStrength*. Quixadá: UFCE, 2017.

O'CONNOR, B. *et al*. From tweets to polls: linking text sentiment to public opinion time series. *In*: INTERNATIONAL AAAI CONFERENCE ON WEBLOGS AND SOCIAL MEDIA, 2010, Washington. *Proceedings* [...]. Washington: [*s. n.*], 2010. p. 122–129.

PRINCETON UNIVERSITY. *WordNet*: a lexical database for English. [2020]. Disponível em: https://wordnet.princeton.edu/. Acesso em: 26 abr. 2020.

ROSA, R. L. *Análise de sentimento e afetividade de textos extraídos das redes sociais*. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

ROSA, R. L.; RODRIGUEZ, D. Z.; BRESSAN, G. SentiMeter-Br: a social web analysis tool to discover consumers' sentiment. *In*: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CONSUMER ELECTRONICS, 2013, Hsinchu. *Proceedings* [...]. Hsinchu: IEEE, 2013. p. 122-124.

SENTIWORDNET. [2020]. Disponível em: https://github.com/aesuli/sentiwordnet. Acesso em: 26 abr. 2020.

SILVA, T.; STABILE, M. (org.). *Monitoramento e pesquisa em mídias sociais*: metodologias, aplicações e inovações. São Paulo: Uva Limão, 2016.

TRIPADVISOR. [*Site*]. 2020. Disponível em: https://www.tripadvisor.com.br. Acesso em: 26 abr. 2020.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

DIREITO DIGITAL

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Inteligência artificial e o Poder Judiciário

Louise Silveira Heine

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Explicar o que é inteligência artificial.
- Definir discriminação algorítmica.
- Descrever o uso da inteligência artificial pelos mais diversos tribunais brasileiros.

Introdução

Com menos de 100 anos de estudo, o tema da inteligência artificial pode ser considerado novo na comunidade científica de todo o mundo. Na sociedade atual, a inteligência artificial vem sendo amplamente utilizada, inclusive pelo Poder Judiciário. A coleta e o processamento de dados são essenciais para a estruturação do pensamento lógico e racional executado por máquinas. O desempenho delas, em várias ocasiões, é mais assertivo do que o humano.

A inteligência artificial é uma realidade a ser compreendida e estudada. No âmbito legal, há pouca legislação específica para o assunto. Todavia, a presença constante dos recursos da inteligência artificial no cotidiano faz com que não se possa negar a necessidade de aprofundar os estudos, principalmente sobre seus impactos. Porém, ainda que não haja uma previsão legal específica no Brasil sobre o tema, é importante salientar que a legislação pátria é aplicada.

Não se pretende discutir aqui a substituição dos atributos humanos por máquinas, mas, sim, ampliar o conhecimento para a formação de um juízo crítico e apresentar importantes conceitos. Assim, neste capítulo, você vai estudar o que

é a inteligência artificial e como ocorre a discriminação algorítmica. Por fim, você vai poder analisar o uso da inteligência artificial nos tribunais brasileiros.

O que é inteligência artificial

Existem muitas definições sobre o que é **inteligência artificial**. Trata-se de um campo em constante crescimento, com evolução significativa em um período curto de tempo. Um dos conceitos mais aceitos define a inteligência artificial como a análise e a infraestrutura de sistemas autônomos e capazes de desenvolver um comportamento inteligente. Considera-se inteligente a capacidade de perceber o seu entorno, escolher e planejar seus objetivos, atuar para que eles sejam alcançados, aplicando algum princípio racional, e, ainda, aprender com essas experiências (PALMA MÉNDEZ; MARÍN MORALES, 2011).

Uma descrição mais simples, de acordo com Tacca e Rocha (2018), remete à capacidade de ensinar a máquina a aprender, argumentar, se comunicar e decidir. Os sistemas seriam, então, treinados e planificados para aprenderem tarefas. Esse tipo de inteligência torna um sistema apto a procurar padrões em dados disponíveis no ambiente, testá-los e encontrar e promover resultados.

A ampla utilização da inteligência artificial na atualidade e, certamente, no futuro inspira a abordagem jurídica dessa questão, dando origem a certas discussões, como a linha teórica que busca o reconhecimento de personalidade jurídica dos robôs e dos demais sistemas dotados de inteligência artificial. Ruffolo (2017) e Doneda *et al*. (2018) sustentam essa teoria, a partir da qual se pretende investigar as consequências dos atos praticados por máquinas com inteligência artificial. Essa análise visa a investigar se a norma vigente tem aptidão para regular os fatos suscitados pelas novas tecnologias e em que medida.

O termo "inteligência artificial" foi usado pela primeira vez como título de um evento que ocorreu em 1956 nos Estados Unidos, o Dartmouth Summer Research Project, sobre inteligência artificial, que contou com o apoio da Fundação Rockefeller. Um grupo de 10 cientistas trabalhou junto por quase dois meses e obteve resultados inovadores. A proposta era encontrar meios para fazer com que as máquinas usassem linguagem e abstrações de forma e de conceito e resolvessem alguns problemas comuns aos humanos. O seminário promoveu o conhecimento sobre programação, matemática e tecnologia associado com linguagem, inteligência, raciocínio, aprendizagem e resolução de problemas (RUSSELL; NORVIG, 2009).

A capacidade de um humano para ver e compreender dados com grande número de informações, probabilidades, cruzamentos e desdobramen-

tos é mínima sem ajuda computacional. Por isso, a inteligência artificial é a grande inovação da modernidade, uma vez que ela "[...] pode conduzir para a realidade que a modelou e que foi por ela modelada" (GANASCIA, 1997, p. 107). A aptidão dos sistemas digitais para interagir com o ambiente, extraindo aprendizados, constitui o principal traço característico da inteligência artificial. Esse processo contínuo potencialmente ilimitado tende a incrementar gradativamente a complexidade das suas interações, de modo que, quanto mais livres, menos controladas e menos supervisionadas forem as experiências, maior o grau de imprevisibilidade dos aprendizados e dos atos a serem praticados.

Ética no desenvolvimento da inteligência artificial

Todo conjunto de regras que permeia os programas de entidades artificialmente inteligentes tem algo que se pode chamar de mandamento, com alto grau de subjetividade conferido por aquele que o produziu. Esse tipo de comando está incluído em um campo ético e moral, como uma regra de execução.

Nessa linha de raciocínio, Nevejans (2019) explica que não há como falar na criação de uma ética para máquinas no momento atual, pois a tecnologia ainda está longe de permitir que robôs tomem decisões morais. De qualquer forma, a legislação, em algum momento, deverá conceber mecanismos que considerem os riscos de um sistema autônomo, que, por meio de seu processo de aprendizagem, possa acarretar efeitos negativos ao ser humano e à sociedade. A União Europeia já trabalha com uma proposta nesse sentido, sugerindo a criação de um código de conduta para engenheiros de robótica, *designers* e usuários.

Deve haver transparência para a inspeção dos programas adotados para compor a máquina, e os seus algoritmos e as etapas de seu processo de aprendizagem e de tomada de decisões devem ser traduzíveis para um formato inteligível, sendo acessíveis ao operador humano em caso de falhas. Essa seria uma possibilidade de ampliar o controle ético e moral. Tornar possível a auditoria da inteligência artificial auxiliará no entendimento das decisões e dos aprendizados das máquinas.

Responsabilidade civil da inteligência artificial

É importante, aqui, diferenciar a responsabilidade contratual — oriunda do descumprimento de um contrato ou de parte dele — da extracontratual —

que ocorre quando um ato produz o resultado (dano) independentemente de relação jurídica entre as partes. No Brasil, mesmo sem uma legislação especial para a inteligência artificial, o fato será tratado da mesma forma que um ato danoso sujeito aos ditames da responsabilidade civil.

Tanto para máquinas com tecnologia robótica quanto para programas dotados de inteligência artificial que captam, processam e utilizam-se de dados pessoais para diversos fins, a responsabilidade civil é aplicada. O art. 186 do Código Civil (CC) refere que "Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito." (BRASIL, 2002, documento *on-line*). Dessa forma, quando houver dano causado por qualquer dispositivo que faça uso de inteligência artificial, havendo nexo causal, surge o direito de ser indenizado.

Na esfera civil, para que seja possível responsabilizar alguém por um ato danoso ou omissão, deverão estar presentes os **três elementos essenciais da responsabilidade**:

1. dano;
2. culpa do agente;
3. nexo de causalidade.

O dano pode ser moral ou material. A culpa do agente, nos termos do art. 186 do CC, pode ocorrer por meio de ação, omissão voluntária, negligência ou imprudência, e o nexo de causalidade é o liame entre o ato e o dano resultante (BRASIL, 2002).

Inteligência artificial e direito do consumidor

A regra geral do ordenamento jurídico brasileiro, quando envolve matéria consumerista, é responsabilidade civil objetiva daqueles envolvidos com o fornecimento de um produto e/ou serviço que resultou em algum dano ao consumidor. Isso significa dizer que há uma ampla responsabilização, que, além de criar solidariedade entre os envolvidos da cadeia de fornecimento, se dá independentemente da análise de culpa. Há exceções, como a culpa exclusiva do consumidor ou de terceiro, que deve sempre ser submetida à matéria probatória.

É importante ressaltar a necessidade indispensável do dever informacional do fornecedor, que diz que o consumidor deve estar plenamente ciente do que está adquirindo e do que esperar do produto ou serviço contratado. O art.

8º do Código de Defesa do Consumidor (CDC) é específico quando refere que produtos e serviços que estão no mercado não acarretarão riscos à saúde ou à segurança dos consumidores, exceto os considerados normais e previsíveis em decorrência de sua natureza e fruição, obrigando os fornecedores, em qualquer hipótese, a darem as informações necessárias e adequadas a seu respeito (BRASIL, 1990).

Essas regras também são aplicáveis à inteligência artificial, sem deixar de lado o disposto no art. 51 do CDC, que diz que as cláusulas de um contrato que atenuam a responsabilidade do fornecedor e/ou que façam o consumidor abrir mão de indenizações são consideradas abusivas e ilegais (BRASIL, 1990). No entanto, fica aqui a reflexão, especialmente nesse mundo de efervescentes inovações e consumidores sedentos por novidades.

Conceitos importantes sobre inteligência artificial

Para a melhor compreensão da aplicabilidade da inteligência artificial, alguns conceitos são de fundamental importância. Veja a seguir o detalhamento.

Machine learning

A ***machine learning*** utiliza algoritmos para coletar dados que serão aprendidos para, posteriormente, se fazer uma determinação ou predição sobre algo. A máquina recebe na programação uma quantidade grande de dados tanto para seu funcionamento quanto para serem processados, além de algoritmos que lhe conferem a habilidade de aprender a executar uma tarefa. É um aprendizado das máquinas baseado na ideia de que sistemas podem coletar dados e usar algoritmos para aprender, identificar padrões e tomar decisões.

O processo ultrapassa a simples programação. O sistema deve utilizar as informações dadas e executar uma tarefa em busca do melhor resultado, sem a interferência humana. Nesse modelo, os algoritmos são usados para fazer previsões baseadas em modelos analíticos com grande rapidez. A máquina aprende com base na resposta esperada, por meio da associação de dados. A melhoria das aplicações se dá conforme a máquina vai sendo utilizada, como se fosse um treino para aumentar a sua *performance*.

Deep learning

As **redes neurais** (***deep learning***) servem de base para grande parte das aplicações atuais de inteligência artificial. A inspiração é o funcionamento

do cérebro dos animais; todavia, elas não reproduzem seu funcionamento, pois a complexidade é extremamente grande e um tanto desconhecida. O que se sabe é que o cérebro é composto por neurônios, que são formados por dendritos, que se conectam por meio de sinapses, responsáveis pelas conexões. As informações circulam por várias camadas que são conhecidas como *layers* . O papel de cada uma é específico na decodificação do significado da informação.

Transportando essa sistemática para o campo da inteligência artificial, a máquina trabalharia com um operador humano arbitrando, inicialmente, o número de *layers*. No futuro, provavelmente, os sistemas vão construir outros sistemas inteligentes sem a necessidade da intervenção humana. A definição de um sistema inteligente passaria, assim, pela presença de dois componentes: o valor de cada conexão e a arquitetura, compondo o número de *layers*.

A *deep learning* permitiu muitas aplicações práticas de inteligência artificial, dando suporte à realização de diversas tarefas, de maneira que todo tipo de ajuda de uma máquina é possível. Um exemplo é a recomendação de filmes e séries nos serviços de *streaming*, conforme algumas preferências do usuário. Há outras aplicações possíveis, como o reconhecimento de voz ou até mesmo de faces em fotografias.

O processamento dessa tecnologia de aplicação de rede neuronal artificial exige treinamento, que consiste em mostrar dados exemplificativos, ajustando os parâmetros até se chegar aos resultados requeridos. Isso se chama **aprendizagem supervisionada**: são fornecidos os resultados desejados (*output*) e, por tentativa e erro (processo das máquinas não inteiramente conhecido/dominado pelos humanos), chega-se ao resultado-meta (ALPAYDIN, 2016).

Algoritmos

Os **algoritmos** são conceitos matemáticos que antecedem os computadores. Finn (2017, p. 17, tradução nossa) os define como "[...] qualquer conjunto de instruções matemáticas para manipular dados ou raciocínio através de um problema", sendo "[...] adequados para um propósito, iluminando caminhos entre problemas e soluções". Podem combinar múltiplas formas de cálculos estatísticos para a análise de dados, o que permite compreender e identificar uma série de padrões.

Atualmente, os algoritmos são muito utilizados em redes sociais e na área do *marketing* digital. As informações captadas recebem valores e são processadas, e, a partir disso, há um cruzamento das probabilidades para

atingir o melhor padrão de resposta. Conhecer o algoritmo que uma rede social usa, por exemplo, pode melhorar o engajamento do perfil do usuário.

Fique atento

Algoritmos são alimentados por dados que, muitas vezes, geram informações sobre pessoas, que geram mais dados. Isso faz com que os algoritmos sejam fontes inesgotáveis de coleta e aplicação de informações pessoais a serviço da inteligência artificial. Geralmente, não são abertas as maneiras como os algoritmos utilizam esses dados.

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD — Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018), tendo em vista essa realidade, estabeleceu no art. 20 que é direito do titular de dados "[...] solicitar a revisão de decisões tomadas unicamente com base em tratamento automatizado de dados pessoais que afetem seus interesses, incluídas as decisões destinadas a definir o seu perfil pessoal, profissional, de consumo e de crédito ou os aspectos de sua personalidade" (BRASIL, 2018, documento *on-line*).

Discriminação algorítmica

O processamento de dados utilizando a inteligência artificial vem sendo uma tendência nos mais variados tipos de negócios nos quais o risco é uma característica inerente. É uma maneira de simplificar decisões e de aumentar a eficiência, tendo como base a informação e oferecendo embasamento para tomadas de decisões menos errôneas. Por consequência, se espera que o risco seja diminuído. Para Mendes e Mattiuzzo (2019), a análise dos dados pode ser quantificada a partir de um *score*, ou seja, uma espécie de prognose do comportamento que um indivíduo pode vir a ter. O *score* em questão é fruto de um procedimento automatizado, que incorpora os dados existentes em um algoritmo, classificando os indivíduos em uma categoria de risco específica.

O desenvolvimento desse tipo de tecnologia pode ser classificado como ***data analytics***, pois permite que mais informações sejam processadas e que sejam elaboradas outras correlações entre dados e prováveis comportamentos futuros. Como esclarece Mendes e Mattiuzzo (2019), percebe-se que o método utilizado, que, teoricamente, receberia dados objetivos (*inputs*) e que deveria gerar resultados objetivos (*outputs*), seria passível também de gerar resultados discriminatórios.

A **discriminação algorítmica** ocorre quando, nessas operações, alguém pertence a determinado grupo, classificado com base em suas características e informações, e, por consequência, passa a ser julgado por isso, sendo desconsideradas as suas características individuais. Assim, o processo decisório

que depende do uso da inteligência artificial pode afetar uma pessoa por incluí-la dentro de determinada classificação, segundo um algoritmo.

Essa prática de discriminação pode ensejar o exercício de **preconceitos**. Ou seja, com base nos dados coletados que sugerem determinada classificação, generalizando indivíduos, há maior ou menor grau de inclusão, gerando algum tipo de consequência. Schauer (2006) chamou esse tipo de generalizações de inconsistentes, pois falham em preencher os parâmetros necessários à formação de uma boa conclusão a respeito do indivíduo. O autor refere que é possível descrever algo como preconceituoso quando uma afirmação é baseada em generalizações estatísticas inconsistentes e também em generalizações estatisticamente consistentes que não são universais. Esse tipo de decisões, baseadas em informações estatísticas, são bastante comuns no universo jurídico. Inclusive, quando se faz algum tipo de pesquisa jurisprudencial, utilizam-se critérios genéricos de aplicação legal que embasam decisões no mesmo sentido, sem que se avalie, entretanto, o caso concreto.

De uma forma ampla, é possível verificar que as generalizações podem causar algumas injustiças. Uma pessoa pode ter uma característica determinante que lhe enquadre em algum grupo sem apresentar as demais qualidades esperadas desse grupo. Um exemplo é tomar por base o endereço residencial de alguém que se localiza em um bairro de periferia e concluir que essa pessoa tem baixa renda, negando um empréstimo.

Saiba mais

O reconhecimento facial pode levar o algoritmo a identificar o tipo de vestimenta que a pessoa está utilizando e coletar essa informação para posterior uso, incluindo o indivíduo em algum agrupamento de classificação.

Governança algorítmica

Com a finalidade de trabalhar os algoritmos de maneira a diminuir as ocorrências de preconceitos algoritmos, surgiu a possibilidade de atuação da **governança algorítmica**. Isso significa implementar soluções de bases regulatórias com políticas públicas para enfrentar esse problema. Surgiram então alguns coletivos com esse objetivo, como a Fairness, Accountability and Transparency in Machine Learning Organization (FAT-ML). Essa organização arranjou uma lista do que considera os princípios a serem observados pelo setor privado e pelo governo ao lidar com algoritmos, quais sejam: responsabilidade, explicabilidade, precisão, auditabilidade e justiça. A Association

for Computing Machinery (ACM), nos Estados Unidos, sugeriu a inclusão ainda de conscientização, acesso e reparação, proveniência dos dados, validação e experimentação.

A **responsabilidade pretendida** diz respeito à consciência de que, ao se projetarem sistemas que utilizem algoritmos, pessoas serão afetadas pelo processo decisório. Dessa forma, é necessário oferecer alternativas para eventual reparação de danos que podem ser causados nos níveis coletivos e individuais. Esse conceito encontra apoio nos princípios propostos pela ACM de conscientização, que se alicerçam em tornar os engenheiros e usuários de algoritmos mais cientes das possíveis consequências de seu uso, especialmente dos vieses que podem surgir. A fiscalização e a reparação dizem respeito a adotar mecanismos de questionamento dos indivíduos atingidos por possíveis discriminações de algoritmo e realizar o imediato reparo dos danos sofridos.

A **explicabilidade** se refere a esclarecer o porquê de aqueles dados terem fundamentado um conceito que levou a determinada decisão. Ela difere da transparência, visto que "[...] ser capaz de entender o processo por meio do qual uma decisão foi tomada não é o mesmo que conhecer todos os passos tomados para se atingir aquela decisão" (MENDES; MATTIUZZO, 2019, p. 56). O princípio da **precisão** implica conhecer os erros para poder reparar, bem como usar as fontes de dados dos algoritmos que produziram algum resultado, para que sejam identificadas, registradas e comparadas de maneira precisa. O princípio da **auditabilidade**, na esfera da governança algorítmica, pressupõe que um terceiro deve ser capaz de avaliar o método utilizado pelo algoritmo, chegando à mesma conclusão. O princípio da **justiça** deriva da conclusão de que os algoritmos não podem levar a resultados discriminatórios; por isso, a justiça deve ser um objetivo a ser perseguido.

Finn (2017) identifica que os algoritmos têm o potencial de dar passos importantes no combate à discriminação e modificar a forma como o sistema jurídico atua, em vez de criar mais discriminação. Os algoritmos são aptos a fornecerem caminhos dentro da inovação, para que se tornem um meio de equilibrar as relações humanas, atuando como uma força positiva para o bem social.

Saiba mais

Em 2019, em San Francisco, na Califórnia, o conselho municipal vetou o uso de inteligência artificial como tecnologia de reconhecimento facial pela polícia. O principal argumento foi extrapolar limites, cometendo algum tipo de injustiça racial, causando riscos para os direitos e as liberdades civis que superariam os possíveis benefícios. A discussão levantou temas em torno dos riscos de os sistemas algorítmicos perseguirem e discriminarem minorias e grupos socialmente marginalizados (PROENÇA, 2019).

Inteligência artificial nos tribunais brasileiros

O universo jurídico já faz uso de algumas ferramentas tecnológicas relacionadas à inteligência artificial. Seu uso oferece oportunidades para a racionalização do trabalho desenvolvido pelos operadores do direito, permitindo a execução de tarefas e a operação de sistemas com uma maior agilidade frente ao exacerbado volume de processos existentes. Usar a tecnologia a serviço do direito confere a possibilidade de afetar de modo determinante as análises de dados, para obter informações e combinações de sentenças e dados envolvendo casos que, talvez, não pudessem ser adequadamente confrontados com os métodos tradicionais de pesquisa em jurisprudência. Isso possibilita o manejo e o reconhecimento de padrões, o cruzamento de informações e a geração de conclusões mais completas sobre os diversos contextos envolvendo a esfera judicial.

Uma pesquisa da Fundação Getúlio Vargas apontou que 50% dos tribunais brasileiros estão implementando ou fazem uso de ferramentas de inteligência artificial em busca de celeridade e eficiência nos processos (SALOMÃO, 2020). O projeto, coordenado pelo então ministro do Superior Tribunal de Justiça (STJ) Luis Felipe Salomão, foi publicado em dezembro de 2020 e é a mais completa pesquisa já realizada sobre o assunto.

Uma pesquisa da Universidade de Paris procurou entender a qualidade da Justiça a partir da perspectiva de magistrados, advogados, juízes leigos, a partir das variações conforme o momento processual e outras especificidades relacionadas ao desenvolvimento do procedimento contencioso. Foi verificado que havia grandes variações sobre as perspectivas de indivíduos das mesmas categorias. Essa pesquisa identificou que as tecnologias aumentam a produtividade, aumentam a qualidade e gerenciam a escassez no longo prazo. Assim, as inovações podem ser consideradas necessárias

para assegurar uma gestão bem-sucedida dos conflitos sociais existentes em ferramentas essenciais à gestão dos tribunais (UNIVERSITÉ PARIS I, 2015).

Salomão (2020) identifica que as ferramentas de inteligência artificial podem ser utilizadas no sistema de justiça com diversas finalidades, como:

- busca de jurisprudência avançada;
- resolução de disputas *on-line*;
- análise preditiva de decisões;
- triagem de processos;
- agrupamento por similaridade de jurisprudência;
- transcrição de voz para textos com contexto;
- geração semiautomática de peças.

O uso da inteligência artificial pode, por outro lado, trazer novos desafios, na medida em que será necessário que se pense em meios eficientes para a proteção dos dados coletados e utilizados pelo Poder Judiciário.

Os juízes têm pouca informação sobre o perfil de suas decisões e de outros elementos que compõem os atos jurisdicionais. O uso da inteligência artificial deve favorecer a autonomia, de modo que o usuário precisa ser informado de forma clara e compreensível, explicitando-se a vinculação e as opções disponíveis dentro da disponibilidade do Poder Judiciário, inclusive com a possibilidade de aconselhamento jurídico ou mesmo de conciliação. Tratando-se de uma decisão judicial que tenha utilizado inteligência artificial, os dados que foram utilizados para treinamento do modelo devem ser demonstrados, bem como a técnica dos algoritmos e se há viés nos dados do treinamento e na interpretação do modelo.

No Brasil, o Conselho Nacional de Justiça editou a Resolução nº 332, de 2020, que trata sobre "[...] a ética, a transparência e a governança na produção e no uso de inteligência artificial no Poder Judiciário, e dá outras providências" (BRASIL, 2020a, documento *on-line*). Essa normativa aborda os seguintes pontos:

- aspectos gerais;
- respeito aos direitos fundamentais;
- não discriminação;
- publicidade e transparência;
- governança e qualidade;
- segurança;
- controle do usuário;

- pesquisa, desenvolvimento e implantação de serviços de inteligência artificial;
- prestação de contas;
- responsabilização.

Ela foi claramente inspirada nas mesmas recomendações do "*white paper*" sobre inteligência artificial, publicado pela Comissão Europeia em fevereiro de 2020.

No art. 2º, é definido que os principais objetivos da utilização de inteligência artificial pelo Poder Judiciário são a promoção do bem-estar dos jurisdicionados, a prestação equitativa da jurisdição e o descobrimento de métodos e práticas que auxiliem nesses objetivos anteriores. O Conselho Nacional de Justiça (CNJ), por sua vez, demonstra preocupação quanto à proteção e à segurança dos dados. Enfatizou a questão dos direitos fundamentais, com observância do previsto na Constituição Federal e nos tratados em que o Brasil é signatário, e destacou a segurança jurídica e a igualdade de tratamento das partes nos casos absolutamente idênticos. Os tribunais que utilizarem a inteligência artificial são obrigados a declarar seus objetivos, deixando claros a metodologia e os resultados pretendidos, e também devem ser capazes de identificar as causas de dano causado, se ocorrerem, e de apresentar soluções e possibilidades de auditoria do sistema (BRASIL, 2020a).

Saiba mais

Para saber mais sobre o uso de inteligência artificial pelo Judiciário, leia *Projetos com inteligência artificial no poder judiciário*, no *site* do CNJ (BRASIL, 2020b).

Os projetos de inteligência artificial, de forma geral, nos tribunais do Brasil, buscam atender às seguintes funcionalidades, segundo Salomão (2020):

- verificação das hipóteses de improcedência liminar do pedido nos moldes enumerados nos incisos do art. 332 do Código de Processo Civil;
- sugestão de minuta;
- agrupamento por similaridade;
- realização do juízo de admissibilidade dos recursos;
- classificação dos processos por assunto;
- tratamento de demandas de massa;
- penhora *on-line*;
- extração de dados de acórdãos;

- reconhecimento facial;
- *chatbot*;
- cálculo de probabilidade de reversão de decisões;
- classificação de petições;
- indicação de prescrição;
- padronização de documentos;
- transcrição de audiências;
- distribuição automatizada;
- classificação de sentenças.

A inteligência artificial poderá se tornar um instrumento de suporte e apoio às decisões judiciais, contribuindo para a maior eficácia na transmissão das informações. Seu uso pode facilitar a interação entre o juiz que analisa o processo e os dados, adequando o trabalho de selecionar a legislação e a jurisprudência aplicável, construindo a fundamentação da decisão a ser tomada. As tecnologias aplicadas ao Judiciário com o uso de inteligência artificial são capazes de selecionar e separar grande volume de documentos de texto em segundos, o que reduz custos. O armazenamento e o processamento de dados podem viabilizar a aceleração das diversas fases do trâmite processual relacionadas a deficiências do trabalho manual e à carência de pessoal.

O uso da inteligência artificial no Poder Judiciário é uma realidade no Brasil, tornando-se uma importante ferramenta para auxiliar em tarefas como a leitura automatizada de documentos e, ainda, como forma de suporte aos magistrados e servidores, para, assim, diminuir o problema do excesso de demandas judiciais em tramitação. Não se pode, porém, delegar o poder de decisão do magistrado à tecnologia de inteligência artificial, porque não se conhece até que ponto essa tecnologia é capaz de desenvolver o raciocínio jurídico correto, formulando-o e expressando-o, tendo por base racional também o raciocínio lógico-jurídico.

Um aspecto importante que deve ser considerado em relação ao uso de inteligência artificial diz respeito ao **tratamento de dados pessoais**. Importa salientar que, nos termos do art. 5º, I, da LGPD, "[...] dado pessoal" consiste em "[...] informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável" (BRASIL, 2018, documento *on-line*). Nos termos descritos nessa Lei, muitos dos dados inseridos para tratamento por sistemas de inteligência artificial aplicáveis a demandas judiciais, tanto pelos órgãos do Poder Judiciário quanto em escritórios de advocacia, são considerados dados pessoais nos termos da LGPD. Alguns podem, inclusive, ser dados pessoais considerados **sensíveis**, definidos pelo art. 5º da LGPD, em seu inciso II, como "[...] dado pessoal

sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa" (BRASIL, 2018, documento *on-line*).

O Poder Judiciário brasileiro tende à adoção cada vez maior de estruturação e aplicação das tecnologias de inteligência artificial. Porém, deve atentar para que ela sejam implementadas em conformidade com as disposições da LGPD, assegurando o tratamento de dados em consonância com a norma prevista.

Exemplo

O Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul tem um projeto de inteligência artificial desenvolvido pela equipe interna do Tribunal. Atualmente, o sistema de inteligência artificial se encontra implantado na Comarca de Tramandaí. Há planejamento de expansão para as Comarcas de Caxias, Santa Maria e Passo Fundo. Sua principal funcionalidade é automatizar a análise inicial da demanda nos processos de executivos fiscais, a partir de técnicas de mineração de dados, associadas a tarefas de classificação, que permitam predizer qual tipo de despacho deverá ser proferido na etapa inicial do processo judicial.

Os primeiros ensaios estão sendo realizados por meio do desenvolvimento de funcionalidades do Sistema e-Proc. Pretende-se, ainda, automatizar despachos, minimizando a intervenção do juiz na análise inicial do processo. Pretende-se que cerca de 90% dessa tarefa prescinda de análise humana. Como a implantação é recente, e o número de executivos fiscais é incipiente até este tempo, ainda não foi possível avaliar os resultados. Em virtude da implantação do e-Proc (oriundo da Justiça Federal), que também tem iniciativas na área de inteligência artificial com foco nos recursos repetitivos e na validação da classificação processual, já se iniciaram os estudos para adaptar tais funcionalidades para a Justiça Estadual.

Referências

ALPAYDIN, E. *Machine learning*: the new AI. Cambridge: MIT, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. *Projetos com inteligência artificial no poder judiciário*. Brasília: CNJ, 2020b. Disponível em: https://paineisanalytics.cnj.jus.br/single/?appid=29d710f7-8d8f-47be-8af8-a9152545b771&sheet=b8267e5a-1f1f-41a7-90ff-d7a2f4ed34ea&lang=pt-BR&opt=ctxmenu,currsel. Acesso em: 21 abr. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Justiça. *Resolução nº 332, de 21 de agosto de 2020*. Dispõe sobre a ética, a transparência e a governança na produção e no uso de inteligência artificial no Poder Judiciário e dá outras providências. Brasília: CNJ, 2020a. Disponível em: https://atos.cnj.jus.br/atos/detalhar/3429. Acesso em: 21 abr. 2021.

BRASIL. *Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990*. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078compilado.htm. Acesso em: 21 abr. 2021.

BRASIL. *Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002*. Institui o Código Civil. Brasília: Presidência da República, 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 21 abr. 2021.

BRASIL. *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018*. Lei geral de proteção de dados pessoais (LGPD). Brasília: Presidência da República, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 21 abr. 2021.

DONEDA, D. C. M. *et al*. Considerações iniciais sobre inteligência artificial, ética e autonomia pessoal. *Pensar*, Fortaleza, v. 23, n. 4, p. 7–10, 2018.

FINN, E. *What algorithms want*: imagination in the age of computing. Cambridge: MIT, 2017.

GANASCIA, J. G. *Inteligência artificial*. São Paulo: Ática, 1997.

MENDES, L. S.; MATTIUZZO, M. Discriminação algorítmica: conceito, fundamento legal e tipologia. *Revista Direito Público*, Porto Alegre, v. 16, n. 90, p. 39–64, 2019.

NEVEJANS, N. Chapter 8: humans or robots in space: ethical and legal approaches. *J Int Bioethique Ethique Sci*, Paris, 2019;30(3):135–157.

PALMA MÉNDEZ, J.; MARÍN MORALES, R. *Inteligencia artificial*. Madrid: McGraw Hill, 2011.

PROENÇA, C. *São Francisco (EUA) bane reconhecimento facial em locais públicos*. 2019. Disponível em: https://juristas.com.br/2019/05/18/sao-francisco-bane-reconhecimento-facial-locais-publicos/. Acesso em: 21 abr. 2021.

RUFFOLO, U. *Intelligenza artificiale e responsabilità*. Milano: Giuffrè, 2017.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial intelligence*: a modern approach. 3rd ed. Boston: Pearson, 2009.

SALOMÃO, L. F. (coord.). *Inteligência artificial*: tecnologia aplicada à gestão de conflitos no âmbito do poder judiciário brasileiro. Brasília: FGV, 2020. Disponível em: https://www.conjur.com.br/dl/pesquisa-mostra-tribunais-vem-ampliando.pdf. Acesso em: 21 abr. 2021.

SCHAUER, F. *Profiles, probabilities, and stereotypes*. Cambridge: Harvard University, 2006.

TACCA, A.; ROCHA, L. S. Inteligência artificial: reflexos no sistema do direito. *NOMOS*, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 53–68, 2018.

UNIVERSITÉ PARIS I. *La prise en compte de la notion de qualité dans la mesure de la performance judiciaire*: la qualité: une notion relationnelle. Paris: Université Paris I, 2015.

Leituras recomendadas

ATHENIENSE, Alexandre Rodrigues. As premissas para alavancar os projetos de inteligência artificial na justiça brasileira. In: FERNANDES, Ricardo Vieira de Carvalho; CARVALHO, Angelo Gamba Prata de (Coord.). Tecnologia jurídica & direito digital: II congresso internacional de direito, governo e tecnologia – 2018. Belo Horizonte: Fórum, 2018. p. 155-166. E-book. Disponível em: http://adpadvogados.com.br/en/wp-content/uploads/2019/11/Revista_Congresso.pdf

RISSE, M. Direitos humanos e inteligência artificial: uma agenda urgentemente necessária. *Publicum*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 17–33, 2018.

Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

TECNOLOGIAS EM SAÚDE

Gésica Graziela Julião

SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

Inteligência artificial como apoio para a gestão em saúde

Objetivos de aprendizagem

Ao final deste texto, você deverá apresentar os seguintes aprendizados:

- Definir inteligência artificial médica (IAM) e sua aplicação.
- Descrever os sistemas especialistas (SE).
- Enumerar os benefícios e os desafios da utilização da IAM.

Introdução

Inteligência artificial (IA) é uma parte da ciência da computação que, por meio dos algoritmos definidos por especialistas, consegue reconhecer um problema ou uma tarefa a ser realizada, analisar dados e tomar decisões simulando a capacidade humana (LOBO, 2018).

Mesmo que a IA exista há muito tempo, muitas organizações de saúde ainda utilizam essa tecnologia de forma muito limitada. Porém, esse cenário está mudando, em razão da capacidade que a IA tem de gerar conhecimento a partir de grandes quantidades de dados, o que representa uma importante ajuda para os profissionais.

A quantidade de informações e de dados médicos produzidos em um serviço de saúde são incalculáveis, entretanto, uma pequena parcela deles é utilizada para melhorar a eficiência e a qualidade dos cuidados. Especialistas em tecnologia da informação referem que a quantidade de dados produzidos excede muito a capacidade de analisá-los. Neste capítulo, você vai entender o que são a IA e os SE e como são utilizados na gestão em saúde.

Inteligência artificial médica

Etimologicamente, a palavra *inteligência* origina-se do latim *inter* (entre) e *legere* (escolher), significando capacidade de conhecer e de interpretar. Já a palavra *artificial* vem do latim *artificiale*, sendo aquilo que não é natural. Logo, IA é um produto produzido pelo homem com a finalidade de criar e habilitar máquinas para pensar ou simular a inteligência humana (LOBO, 2018).

A IA pode auxiliar as práticas de gestão em saúde. Na atualidade, a IA aplicada à saúde já engloba múltiplas tecnologias e permite que as máquinas identifiquem e operem funções administrativas e clínicas. Com esse cenário de grande crescimento, a possibilidade de economizar, de otimizar processos e de minimizar a realização de procedimentos desnecessários por meio do uso da IA é enorme (LOBO, 2017).

A previsão é que nos próximos anos o desenvolvimento das máquinas possa gerar melhorias significativas na gestão dos serviços de saúde e na produção de dados mais diversificados. Na saúde, a IA basicamente analisa dados de nascimentos, mortalidade, hospitalizações, doenças de notificação compulsória e registros em prontuários eletrônicos. Por meio desses dados consegue construir relatórios epidêmicos de prevalência e incidência de enfermidades, antecipar surtos e propor medidas de prevenção.

O entendimento de que muitos erros médicos nos diferentes países estão relacionados a um exame clínico deficiente ou uma falha na avaliação de resultados de exames complementares tem evidenciado a necessidade de redefinir a prática médica, com vistas a garantir a eficácia da assistência ao cliente. Algumas maneiras de otimizar o desempenho do médico são o uso de linguagem simples no registro de dados em prontuários eletrônicos, melhoria da relação por meio da internet, utilização de tecnologias na comunicação médico-paciente, emprego de dispositivos vestíveis e corporais na obtenção de dados, telemedicina e trabalho em equipes multiprofissionais (LOBO, 2018).

Todas essas tecnologias são de extrema importância para a medicina. A partir delas, o conhecimento e a corresponsabilização do paciente para com a sua saúde tornaram-se possíveis, pois estes auxiliam especialistas humanos e até mesmo especialistas com menos conhecimento na área da saúde a partir de uma base de conhecimento.

O uso da IA é um dos maiores desafios tecnológicos de sistemas computadorizados que relacionam médicos e cientistas com grande potencial na medicina. Com a vinda de computadores capazes de armazenar e processar grande quantidade de informações, surgiu a possibilidade de desenvolver

"médicos em computadorizados", auxiliando e ultrapassando os médicos humanos (MENDES, 1997).

Exemplo

O **Watson for Oncology** é uma IA que associa o profundo conhecimento de oncologistas renomados com a velocidade do IBM Watson para auxiliar os médicos na escolha do tratamento mais adequado e de forma individualizada para cada cliente. A International Business Machines Corporation é uma empresa americana voltada para a área da tecnologia da informação.

O Watson for Oncology é um sistema nutrido pelas informações mais relevantes e pelas melhores práticas, disponíveis em periódicos médicos e livros didáticos. O sistema avalia as informações do prontuário de um paciente, analisa as evidências médicas e exibe as opções de tratamento possíveis para cada caso, categorizadas por nível de segurança, com evidências científicas. O profissional oncologista pode, a partir daí, utilizar seus próprios conhecimentos para identificar o tratamento mais adequado.

Sistemas especialistas

A IA está normalmente associada ao desenvolvimento de SE. Esses sistemas são utilizados para solucionar determinados problemas em domínios específicos. O setor da saúde, até o momento, é uma das áreas mais beneficiadas pelos SE, por ser reconhecida como a área que tem muitos problemas clássicos para serem instrumentalizados (MENDES, 1997).

Entretanto, nem todos os problemas podem ser resolvidos por SE. Algumas características indicam a possibilidade de ser instrumentalizado por essa tecnologia. Por isso, a análise do problema é a primeira fase do ciclo de desenvolvimento dos SE. Após essa primeira fase, outras características podem facilitar a identificação do problema como passível de ser resolvido pelos SE. Dentre elas, existência de peritos que dominem o segmento do conhecimento; tarefas que necessitem da participação de vários especialistas para sua resolução; tarefas que requeiram conhecimento de detalhes que, se esquecidos, provocam a degradação do desempenho; tarefas que demonstrem diferenças importantes entre o desempenho dos melhores e dos piores peritos; e escassez de mão de obra especializada sobre o conhecimento requerido (MENDES, 1997).

A tecnologia pode encontrar nos SE eficientes ferramentas para o gerenciamento da informação. Oferecer as ferramentas para auxílio à tomada de decisão, nesse caso, significa disponibilizar orientação, identificar as necessidades, simular os cenários e possibilitar exatidão e confiabilidade nos seus resultados (MENDES, 1997).

Os benefícios conquistados com o uso do SE são diferentes daqueles obtidos pelos sistemas tradicionais, por tratar-se de sistemas dotados de inteligência e conhecimento. Além de ser um sistema capaz de ampliar as facilidades da tomada de decisão para muitas pessoas, melhora a produtividade e o desempenho de seus usuários, reduz o grau de dependência que as organizações têm quando se encontram em situações críticas e é utilizado em treinamentos de grupos de pessoas, como instrumento para coleta de informações na realização de suas tarefas diárias (MENDES, 1997).

Todo o processo para o desenvolvimento do SE é realizado de forma a alcançar o máximo de eficiência e aperfeiçoar a experiência de interação entre os sujeitos envolvidos, especialmente para aquele que precisa tomar uma decisão final. Um SE tem minimamente uma estrutura composta pelos seguintes elementos, conforme a Figura 1 (MENDES, 1997).

- Base de conhecimento referente às regras e aos fatos correspondentes ao conhecimento dos especialistas sobre o conteúdo que foi construído o sistema.
- Equipe de desenvolvimento que é composta por um ou mais profissionais peritos no assunto.
- Ambiente de desenvolvimento que é aquele que gera de forma eficiente e eficaz as telas de interação com o usuário, captura a base de conhecimentos e coordena as estratégias de busca na base de normas, de duas formas, regressiva e progressiva.
- Interface com o usuário, o qual permite que ele utilize o sistema de forma fácil e agradável.

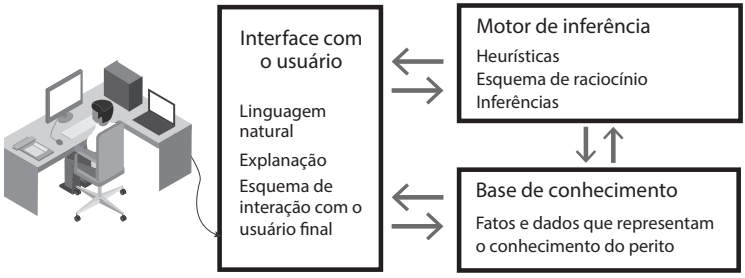


Figura 1. Estrutura básica do SE.
Fonte: Inteligência... ([200-?]).

A base do conhecimento trata-se de uma base de regras e fatos que correspondem ao conhecimento do especialista sobre o qual foi construído o sistema. Essa base interage com o usuário e com o motor de inferência, o que permite identificar o problema, as probabilidades de solução e a metodologia de raciocínio que levam à resolução do problema. Em razão da utilização de descobertas, o usuário é solicitado pelo sistema para esclarecer informações e, com isso, diminuir o caminho entre o problema e sua solução (MENDES, 1997).

O SE é capaz de analisar e armazenar informações sobre novos fatos, ampliando a capacidade do sistema em resolver problemas, cada vez que este for utilizado. Por isso é importante que o sistema seja projetado adequadamente para conseguir identificar regras redundantes, permitindo uma inovação constante da base de conhecimento (MENDES, 1997).

Já o motor de inferência é um elemento imprescindível para a existência de um SE. Funciona como um núcleo do sistema. É por meio dele que os fatos e as regras são aplicados no processo de resolução do problema com base em uma combinação de procedimentos de raciocínios que se processam de forma regressiva e progressiva. Finalmente, a interface com o usuário é a fase em que os desenvolvedores de SE destinam mais tempo projetando e implementando um processo de navegação eficiente, na base de conhecimento. Esse processo é muito importante e proporciona ao usuário subsídios para julgar se adota ou não a solução apresentada pelo SE. De qualquer forma, a interface com o usuário procura tornar o uso do sistema fácil e agradável, eliminando as complexidades.

O desenvolvimento de um SE é parecido como de qualquer outro sistema: o engenheiro do conhecimento se reúne com o perito e decide a especialidade que o sistema compreenderá. A partir daí, lançam a versão inicial, que é testada e modificada quantas vezes forem necessárias até o lançamento da versão final. Cada uma dessas etapas da construção do sistema é desenvolvida para não haver defeitos durante o processo de utilização pelo usuário, pois espera-se que o sistema funcione como um ser humano (LOBÃO; PORTO, 1999).

A utilização de um SE envolve uma interação entre usuário e sistema, ou seja, o usuário busca por uma solução especializada por meio de um sistema computadorizado que funciona como um consultor baseado em princípios de conhecimento humano, criado pelo engenheiro do conhecimento. Os SE podem ser utilizados em várias áreas dentro das empresas, como diagnóstico, gerenciamento, contabilidade, planejamento, produção, entre outras (LOBÃO; PORTO, 1999).

Entretanto, assim como qualquer outro sistema, este também tem suas limitações. Dentre elas, está a dificuldade de reconhecer a própria operação, necessitando, dessa forma, de um programador que faça esse papel. Além disso, o alto custo em desenvolvimento e manutenção, o conhecimento limitado e específico, a dificuldade em tomar decisões subjetivas, a limitação em testagem e utilização e a complexidade de manejo são fatores considerados negativos do sistema (LOBÃO; PORTO, 1999).

Benefícios e desafios da utilização da inteligência artificial médica

Os sistemas com IA foram criados para auxiliar e racionalizar o gerenciamento de uma empresa, com o intuito de aumentar a sua produtividade e diferenciá-la de seus concorrentes com significativo retorno na relação custo-benefício. Diante da competitividade do mercado, as empresas que utilizam a IA atendem com mais rapidez às necessidades dos clientes e proporcionam produtos e serviços de maior qualidade. Empresas especializadas em IA desenvolvem programas na área de tecnologia do conhecimento de forma prática e acessível (LOBO, 2018).

A IA tem um elevadíssimo potencial para melhorar o sistema de saúde brasileiro. Ela oferece a possibilidade de organizar os dados clínicos de forma precisa, melhorando o desempenho operacional por meio de análise de grande quantidade de dados já existentes, economizando recursos, otimizando a experiência do paciente e permitindo uma utilização mais eficiente das instalações dos serviços (LOBO, 2018).

Outras formas de utilizá-la são: como apoio nas decisões clínicas por meio de uma visão mais integral dos casos, atingindo ótimos retornos para os pacientes e para a população; como facilitadora da autogestão dos pacientes na tomada de decisões clínicas que permitem a realização de medidas preventivas, redução de riscos para a saúde e economia de custos desnecessários; como um meio de relação entre os fatores sociais, econômicos e comportamentais, no intuito de oferecer cuidados de saúde mais específicos fora do âmbito hospitalar; e, ainda, como um instrumento para melhorar o atendimento ao paciente por meio de um alto grau de precisão (LOBO, 2018).

O Quadro 1 apresenta os principais benefícios e desafios da incorporação de IAM nas instituições de saúde, tanto para os profissionais quanto para os pacientes.

Quadro 1. Benefícios e desafios da utilização da IAM

Benefícios	Desafios
Agilidade no diagnóstico	Profissional capacitado
Eficácia e eficiência no tratamento	Resistência do profissional
Alto desempenho operacional	Preconceito do profissional
Análise de grande quantidade de dados	Preconceito do paciente
Economia de recursos	Alto custo
Apoio à tomada de decisão médica	
Alto grau de precisão	

A combinação "IA e *expertise* médica" tem como objetivos aperfeiçoar a assistência prestada, os resultados clínicos e a experiência do paciente, diagnosticar precocemente, trazer diferentes opções de tratamento, prevenir os erros humanos, entre outros. Uma vez que os pacientes exigem cuidados cada vez mais personalizados, sofisticados e convenientes, algumas tecnologias interativas auxiliam e conduzem os médicos desde a fase do diagnóstico até o tratamento. Por exemplo, os protocolos que podem ser confeccionados tanto no formato fluxograma como em tópicos, ambos obedecendo aos padrões nacionais e internacionais de qualidade do atendimento (LOBO, 2018).

Os cursos de medicina devem proporcionar ao aluno uma formação geral, que o prepare para exercer funções no atendimento de pacientes nos diferentes campos de atuação. Para isso, deverá definir uma estrutura de conhecimentos visando a preparar um profissional com capacidade de assistir à comunidade em unidades de atenção primária, em hospitais e em unidades de emergência, oferecendo a cobertura de necessidades e demandas necessárias a uma população. O aprendizado flexível deve prevalecer em uma era em que a IA tem cada vez mais importância (LOBO, 2018).

O uso da IA iniciou a partir de um grupo de cientistas e profissionais da área da saúde que criou um programa de pesquisa, IAM, que visava a ser um sistema de apoio à decisão médica. Esse sistema pode ser com capacidade de decisão própria limitada ou com capacidade de raciocínio automático. Ele organiza e esclarece informações quanto aos riscos e benefícios de cada tratamento, o que, diante de uma enorme variedade de possibilidades, torna mais simples a decisão do médico e do próprio paciente (LOBO, 2017). Alguns profissionais ainda têm resistência com a utilização desses sistemas de apoio, seja por medo de perder a ligação com o paciente e o controle da situação, seja por não confiar na capacidade da máquina ou na própria capacidade de aprender a utilizar o programa.

Uma das aplicações de um sistema de apoio à decisão médica é auxiliar no diagnóstico do agravo, por meio da análise de achados clínicos como sinais, sintomas e resultados laboratoriais. A partir desses dados o sistema produz uma lista com justificativa dos diagnósticos mais prováveis. Essa é uma metodologia muito utilizada em hospitais e escolas médicas. Outra aplicação de sistema é avaliar o risco cardiológico e pulmonar do paciente, simplificando a avaliação pré-operatória para o clínico ou o cardiologista (LOBO, 2017).

Como você pode perceber, a utilização da IA vai muito além dos filmes de ficção científica. Atualmente, é um amplo campo de estudo em constante transformação. O diagnóstico e o tratamento de muitos agravos têm recebido auxílio fundamental dessa tecnologia. Por exemplo, existem hoje no mercado dispositivos que liberam ondas UV que matam organismos e esterilizam o ambiente a fim de minimizar os riscos de infecções hospitalares.

O hospital Albert Einstein, desde 2008, utiliza uma tecnologia robótica em cirurgias e uma das grandes discussões entre especialistas é se a máquina irá substituir o homem na área médica, pois em outras áreas, desde a Revolução Industrial, a máquina vem conquistando um espaço importante nas organizações. Essa substituição do homem pela máquina, para conquistar diferenciação no mercado e diminuir custos, é cada vez mais comum. Já na medicina, o uso de mecanismos robóticos ainda enfrenta muitos preconceitos por profissionais e pacientes. Apesar de a IA revolucionar a saúde, com relação à personalização e à aproximação médico-paciente, além de ser um mecanismo vital para a sustentação e o crescimento dos negócios em saúde, na área médico-cirúrgica ainda é necessário um especialista humano para comandá-la (LOBO, 2017).

Referências

INTELIGÊNCIA artificial. [*S. l.*, 200-?]. Disponível em: https://docplayer.com.br/68656365--Inteligencia-artificial-ia.html. Acesso em: 14 nov. 2019.

LOBÃO, E. de C.; PORTO, A. J. V. Evolução das técnicas de simulação. *Produção*, v. 9, n. 1, p. 13–21, 1999. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65131999000100002. Acesso em: 14 nov. 2019.

LOBO, L. C. Inteligência artificial, o futuro da medicina e a educação médica. *Revista Basileira de Educação Médica*, v. 42, n. 3, p. 3–8, 2018. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v42n3rb20180115editorial1. Acesso em: 14 nov. 2019.

LOBO, L. C. Inteligência artificial e medicina. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 41, n. 2, p. 185–193, 2017. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v41n2esp. Acesso em: 14 nov. 2019.

MENDES, R. D. Inteligência artificial: sistemas especialistas no gerenciamento da informação. *Ciência da Informação*, v. 26, n. 1, 1997. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-19651997000100006. Acesso em: 14 nov. 2019.

Fique atento

Os *links* para *sites* da Web fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Encerra aqui o trecho do livro disponibilizado para esta Unidade de Aprendizagem. Na Biblioteca Virtual da Instituição, você encontra a obra na íntegra.

Conteúdo:

SAGAH
SOLUÇÕES EDUCACIONAIS INTEGRADAS

FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA)

sagah

Ferramentas de inteligência artificial (IA)

Juliane Soares

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

- Identificar os ganhos decorrentes do uso da IA em vários setores da economia.
- Reconhecer as principais aplicações da IA na geração de mídia.
- Exemplificar o uso de ferramentas de IA em vídeo, áudio e texto.

Introdução

Nos últimos anos, houve progressos notáveis no campo das tecnologias de processamento de linguagem natural (PLN) e IA. Esses avanços culminaram na criação de modelos de linguagem altamente avançados que têm a capacidade de produzir texto que lembra a fala humana. A maravilha da IA é que ela permite que máquinas e sistemas executem funções que normalmente necessitariam da cognição humana, por exigirem criatividade, fantasia e expressão. Atualmente, há grande disponibilidade de plataformas de IA com ferramentas para criar arte e imagens a partir de diversas fontes de inspiração, como textos, fotos, sons e gestos.

No mundo dos negócios, as empresas recebem constantemente um fluxo de dados e informações. As fontes de dados podem variar de fornecedores a clientes e estão prontamente disponíveis para interpretação. A capacidade de extrair os *insights* mais valiosos dessas fontes é o que diferencia as em-

presas de sucesso. Ferramentas baseadas em IA são capazes de compilar e analisar dados com mais eficiência do que um ser humano. Nesse contexto, é fundamental adquirir um conhecimento sólido das principais ferramentas de IA disponíveis para aproveitar seus benefícios na criação de conteúdo. Ao mesmo tempo, é preciso concentrar-se na estratégia e identificar áreas de melhoria considerando o público-alvo, juntamente a outros aspectos críticos que demandam a presença humana na comunicação.

Neste capítulo, você vai explorar a IA, familiarizando-se com os campos e processos interligados que compõem essa área. Você vai conhecer conceitos como aprendizado de máquina (*machine learning* — ML), aprendizado profundo (*deep learning* — DL), PLN e redes neurais artificiais (RNA). Além disso, vai ver os inúmeros benefícios que a IA oferece em diversos setores da economia, com ênfase na geração eficaz e atraente de conteúdo multimídia. Em acréscimo, você vai conhecer as principais aplicações da IA na criação de mídia, com foco em áreas como produção de vídeo, áudio, texto e imagem, bem como na geração de conteúdo em geral. Ao longo do capítulo, serão apresentados exemplos práticos de casos reais para ilustrar como a IA está revolucionando a produção de conteúdo e transformando significativamente setores como entretenimento, publicidade e comunicação.

Noções básicas de IA

Os humanos foram cativados pelo conceito de IA e têm se esforçado para criar uma máquina com as mesmas características da inteligência humana. Apesar dos imensos progressos alcançados nesse domínio, ainda existem numerosos obstáculos a serem superados. Um dos aspectos mais desafiadores no enfrentamento dos problemas de IA é a representação do conhecimento. A comunidade científica está constantemente explorando formas de representar o conhecimento de maneira mais abrangente e genérica em sistemas computacionais (Luger, 2005).

Segundo Gilchrist (2016), a IA é tanto um campo científico que visa a investigar e compreender o conceito de inteligência quanto uma disciplina de engenharia que se esforça para criar ferramentas que aumentem a inteligência humana. Em outras palavras, a definição de IA envolve o campo da ciência da computação que se concentra na automatização de ações inteligentes (Luger, 2005). Esse ramo da ciência da computação é dedicado à criação de sistemas que exibem um intelecto semelhante ao humano em seu comportamento. Os sistemas de IA são projetados para possuir recursos associados à inte-

ligência humana, como resolução de problemas, raciocínio e compreensão da linguagem.

A definição de inteligência é problemática, o que se deve à natureza nebulosa do próprio termo. Embora seja verdade que muitos de nós podemos reconhecer um comportamento inteligente, é improvável que alguém consiga produzir uma definição precisa de inteligência que possa ser usada para avaliar as supostas ações inteligentes de programas de computador e, ao mesmo tempo, capturar as complexidades e a riqueza da mente humana (Luger, 2005).

Aprimorar a compreensão dos processos pode incluir a exploração da definição de automação no contexto do pensamento computacional. Esse conceito envolve a simulação de atividades lógicas com o objetivo de alcançar algum grau de autonomia ou reduzir a interferência humana. No entanto, o grau de autonomia alcançado pelas soluções de IA nem sempre é claro, devido à multiplicidade de atividades desempenhadas. Para compreender esse conceito, é mais útil explorar as potenciais ações, ferramentas e soluções que a IA oferece. De acordo com Bezerra, Pinheiro e Baia (2023), elas incluem: ML, PLN, *speech*, *experts systems*, *vision computing* e robótica. Além disso, ainda existem agentes inteligentes adicionais, como demonstrado na Figura 1.

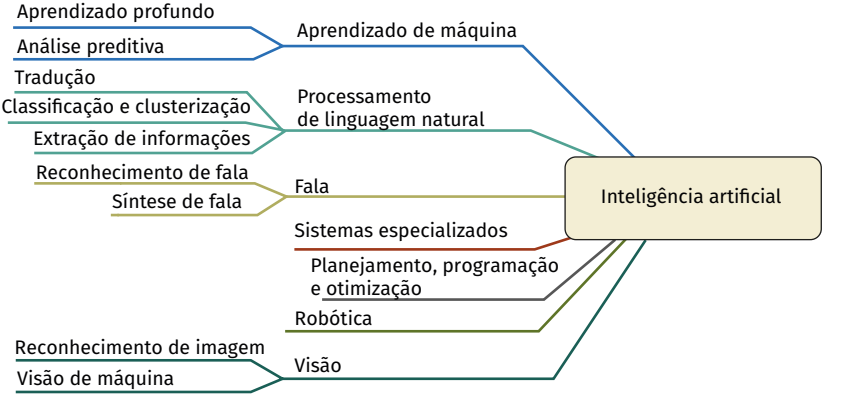


Figura 1. Campos da IA.
Fonte: Adaptada de Bezerra, Pinheiro e Baia (2023).

Muitas vezes, há desafios na distinção entre IA, ML e DL, pois esses conceitos estão interconectados (Figura 2). Contudo, a ideia mais expansiva na ciência da computação é a de IA. O objetivo da IA é construir sistemas que demonstrem qualidades tipicamente associadas à inteligência humana. Segundo McCarthy *et al.* (1956 *apud* Cardoso, 2023a, p. 25), durante a Conferência de Dartmouth sobre Inteligência Artificial, realizada em 1956, a definição de IA dada foi: "todos os aspectos da aprendizagem ou qualquer outra característica da inteligência que pode, em princípio, ser precisamente descrita de tal forma que uma máquina possa realizá-la".

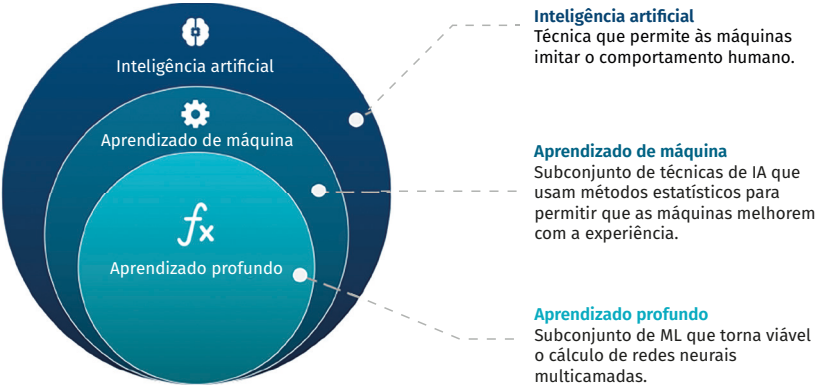


Figura 2. Diferenças entre IA, ML e DP.
Fonte: Adaptada de Cardoso (2020a).

A IA pode ser dividida em vários aspectos, um dos quais é o ML, caracterizado como uma coleção de técnicas que podem discernir padrões em meio a um conjunto de dados e depois aplicar esse conhecimento para prever dados futuros ou tomar decisões em condições de incerteza.

O DL é um subconjunto do ML (Müller; Guido, 2016). Em termos simples, o DL se esforça para produzir representações hierárquicas e complexas de dados de entrada, processando-os através de camadas sequenciais de uma RNA.

Como define Figênio e Gomes-Jr (2023), o modelo de linguagem refere-se a qualquer sistema treinado para prever uma série de caracteres — de forma sequencial ou não, incluindo letras, palavras ou sentenças — com base no contexto anterior ou posterior. Essa definição abrange abordagens anteriores, como *n*-gramas e vetores de palavras, bem como desenvolvimentos mais

recentes em modelos de redes neurais. Além disso, foi demonstrado que esses modelos se beneficiam da utilização de grandes conjuntos de dados, permitindo um melhor desempenho em tarefas específicas.

Atualmente, o domínio da ciência de dados está focado principalmente no PLN e no DL. O PLN permite que os computadores executem uma vasta gama de operações ligadas às linguagens naturais, incluindo a categorização de texto, a resposta a perguntas e até a tradução e o reconhecimento de fala.

O progresso do ML teve um marco significativo com o advento do PLN. Essa tecnologia permite que as máquinas compreendam a linguagem humana e extraiam informações pertinentes de dados textuais. O surgimento do PLN contribuiu muito para o desenvolvimento da computação cognitiva e sua aplicação em diversos setores.

De acordo com Khan *et al*. (2023), o PLN é um domínio da IA que emprega técnicas baseadas na teoria para permitir que as máquinas analisem e representem a linguagem humana. O objetivo final é estabelecer uma conexão profunda entre humanos e computadores. Para extrair informações pertinentes dos textos, ferramentas avançadas de PLN são indispensáveis.

De acordo com Khan *et al*. (2023), a expressão "aprendizado profundo" é frequentemente usada de forma intercambiável com "aprendizado de recursos", "aprendizado de representação" e "aprendizado de estrutura profunda". Uma das principais características do aprendizado de representação é a sua capacidade de permitir que as máquinas analisem dados não processados e extraiam as representações necessárias para tarefas como classificação e detecção (Khan *et al*., 2023). O DL é um subcampo da IA e do ML que compreende um grupo de algoritmos que evoluíram a partir de RNAs.

As RNAs foram criadas, segundo Louzada (2013), para serem um tipo particular de tecnologia com capacidade de corresponder à habilidade de identificação do cérebro humano. Elas são capazes de identificar e categorizar padrões, bem como de processar grandes quantidades de dados em um período muito mais curto, e ainda possuem habilidade crítica. O objetivo da pesquisa em inteligência computacional é reestruturar e reavaliar a forma como a informação é processada. Assim, como indica Louzada (2013), a ideia de processar informações vai além do tradicional conceito linear e sequencial, envolvendo um escopo muito mais amplo e abrangendo uma variedade de métodos e abordagens para lidar com dados.

Os processadores das RNAs foram projetados para imitar muitos dos processos que ocorrem nos neurônios do cérebro humano, como as sinapses, havendo a representação das conexões entre neurônios (processadores artificiais) no domínio da IA. Assim, as RNAs possuem uma estrutura única,

que consiste em numerosos neurônios interconectados que trabalham coletivamente para resolver problemas específicos, tornando suas capacidades de processamento de informações fundamentais para seu projeto.

Segundo Barros *et al*. (2020), em sua essência, o modelo fundamental para RNAs é composto por três camadas principais: a camada de entrada, a camada oculta e a camada de saída, seguindo o contexto da classificação de imagens. Cada neurônio na camada de entrada é responsável por representar uma característica particular de entrada, como uma banda de imagem de satélite; por outro lado, cada neurônio da camada de saída é responsável por corresponder a uma das classes. A Figura 3 é uma ilustração simplificada da arquitetura de uma rede neural.

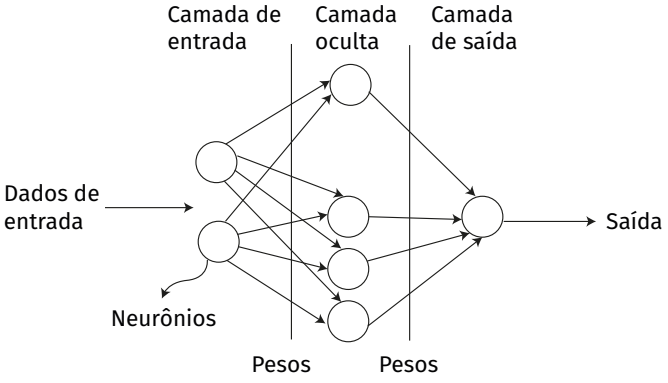


Figura 3. RNA genérica.
Fonte: Barros *et al*. (2020, p. 827).

Como o sistema nervoso humano, as RNAs aprendem com exemplos e são projetadas especificamente para usar o processo de aprendizagem na resolução de problemas complexos. Segundo Louzada (2013), assim como o sistema nervoso humano, as RNAs aprendem ajustando as conexões sinápticas entre os neurônios, o que lhes permite resolver problemas de forma mais eficiente.

De acordo com Khan *et al*. (2023), o DL obteve conquistas impressionantes em várias tarefas de compreensão de linguagem natural. Isso resultou em progressos significativos no campo. A maior parte do aprendizado de algoritmos DL é baseada no aprendizado de representação, e o principal benefício reside na sua capacidade de obter de forma independente recursos significativos a partir de insumos brutos.

As tarefas de PLN foram resolvidas principalmente por meio de técnicas de ML antes do surgimento das abordagens de DL (Khan *et al*., 2023). Essas abordagens convencionais dependem do treinamento do modelo usando recursos esparsos e de alta dimensão. A aprendizagem é executada linearmente nesse contexto.

Como aponta Cardoso (2020b), os estudos de PLN são categorizados em cinco níveis com base em sua análise: a sintaxe, que examina a estrutura da frase; a semântica, que analisa o significado da frase; a morfologia, que estuda a formação das palavras; a fonética, que avalia a pronúncia das estruturas sintáticas; e, por fim, a pragmática, que garante que o significado de uma estrutura é o mais apropriado.

Assim, o PLN teve um aumento notável na eficácia dos modelos de DL em comparação com abordagens tradicionais de ML em uma variedade de tarefas, como classificação de texto, resposta a perguntas e tradução automática (Khan *et al*., 2023). Um dos principais benefícios desses modelos é sua capacidade de aprender automaticamente com dados não processados e não rotulados. Outro benefício é sua independência da engenharia convencional de recursos específicos para tarefas.

Para avançar na pesquisa e no desenvolvimento do PLN por meio do DL, é essencial ter acesso às ferramentas e aos recursos necessários. Embora os modelos de DL tenham alcançado sucesso significativo em tarefas de PLN, sua eficácia está diretamente relacionada à qualidade e à quantidade de dados utilizados durante o treinamento. Além disso, a criação de conjuntos de dados anotados de alta qualidade é uma tarefa árdua e dispendiosa que requer um alto nível de *expertise*.

Para enfrentar essas dificuldades, vários recursos e instrumentos foram criados, a fim de auxiliar pesquisadores e desenvolvedores na criação, na anotação e na análise de dados para os objetivos da PLN. Para aumentar a produtividade e a precisão, foram desenvolvidos *softwares* de anotação como Labelbox e Prodigy (Khan *et al*., 2023). Além disso, modelos de linguagem pré-treinados, incluindo BERT, GPT-3 e T5, podem ser ajustados para tarefas específicas de PLN com dados anotados mínimos, resultando na redução do tempo e das despesas envolvidas na anotação de dados.

Antigamente, o papel da IA era limitado à sua habilidade de identificar padrões e antecipar as intenções dos usuários. Contudo, com os avanços na tecnologia de IA, ela adquiriu a capacidade de gerar novos tipos de conteúdo, abrangendo imagens, texto, áudio, programação, análise e muito mais. Esse subcampo da IA, capaz de criar conteúdo de forma autônoma, é conhecido como IA generativa.

A IA generativa é um subconjunto da IA que tem a capacidade de produzir conteúdo original, como arte visual, texto escrito, vídeo e som (Loubak, 2023). Os dois principais modelos empregados na IA generativa são o PLN e a RNA. Os modelos de PLN aprendem com textos existentes usando um conjunto de diretrizes, enquanto as RNAs são treinadas em dados para estabelecer novas conexões entre vários elementos. Esse tipo de IA usa modelos de PLN e analisa conteúdo para identificar padrões, que então utiliza para reembalar ou completar ideias geradas por humanos (HubSpot, 2023). Ao simplificar e acelerar a transferência de pensamentos, a IA generativa promete revolucionar a produtividade e a criatividade.

Os modelos de linguagem operam da seguinte maneira: dada uma sequência de texto, eles predizem a palavra subsequente mais provável. Esses modelos assimilam uma parcela significativa da informação disponível *on-line*, criando uma base de contexto sobre diversos tópicos em vários idiomas. Ao serem expostos a essa vasta quantidade de conteúdo, os modelos se acostumam aos padrões humanos de fala, escrita e expressão criativa. Eles então amplificam essa base com quaisquer *prompts* ou contextos adicionais que você fornecer. A qualidade dos resultados melhorará à medida que você fornecer mais contexto a esses modelos.

Aplicações da IA na produção de conteúdo e mídia

A IA serve de base para vários outros avanços tecnológicos, incluindo computação em nuvem, jogos de realidade aumentada, PLN, ML, DL e muito mais. É um campo da ciência da computação dedicado à criação de máquinas que possam executar tarefas humanas, sendo fundamental para vários avanços tecnológicos, como computação em nuvem, jogos de realidade aumentada e PLN. Isso inclui o uso de algoritmos e modelos estatísticos para executar tarefas por meio de inferência, utilizando dados para treinar modelos que podem fazer previsões.

Por exemplo, programas de ML podem detectar *spam* em *e-mails* ou atividades fraudulentas em transações de cartão de crédito. Além disso, algoritmos de ML são usados para gerar recomendações de produtos, serviços e conteúdos com base em dados de comportamento do usuário. Recomendações de livros, filmes e músicas, por exemplo, são geradas por meio de algoritmos de ML treinados com dados sobre comportamento do usuário e hábitos de compra, entre outros fatores.

A escrita de conteúdo pode se beneficiar significativamente do uso da IA, que possui inúmeras aplicações. As mais notáveis dessas aplicações incluem: criação de *e-mail marketing*; criação de conteúdo para *blogs*, redes sociais, páginas de vendas e páginas de captura; otimização de conteúdo; produção de imagens; criação de vídeos; produção de textos; e otimização de tempo (Larrosa, 2023).

O processo de criação de conteúdo para *blogs* pode ser muito facilitado com o uso de ferramentas de IA. O Jarvis, por exemplo, é um *software* que permite a redação de artigos levando em consideração a otimização de mecanismos de busca, palavras-chave e estrutura de texto. Além disso, é capaz de determinar o tom do texto (Larrosa, 2023).

Criar conteúdo para campanhas de *e-mail marketing* pode ser uma tarefa difícil. A página em branco pode atrapalhar, mas, com o auxílio de ferramentas que priorizam a conversão, redigir um *e-mail* fica bem mais fácil. Por exemplo, a ferramenta Copywriter é um excelente recurso que agiliza esse processo. Um uso potencial para esse *software* é a criação de postagens animadas e envolventes nas redes sociais. Suas capacidades incluem a geração de ideias inovadoras, o fornecimento de perspectivas alternativas sobre o conteúdo existente e até mesmo a elaboração de postagens que incentivem a interação dos seguidores. Dado o seu acesso a dados de múltiplas contas do Facebook e Instagram, a IA está bem informada sobre quais tipos de conteúdo são mais eficazes na geração de engajamento (Larrosa, 2023).

Ferramentas de IA podem ser extremamente úteis na geração de conteúdo para páginas de vendas e páginas de captura. Com apenas alguns cliques, essas ferramentas podem produzir múltiplas cópias altamente detalhadas. A aplicação da tecnologia de IA para otimizar o conteúdo é um método eficaz para selecionar as palavras-chave e frases mais adequadas para despertar o interesse dos leitores. Uma dessas ferramentas, SurferSEO, pode auxiliar na otimização do conteúdo para garantir classificações elevadas no Google (Larrosa, 2023).

O DALL-E 2, uma ferramenta de IA desenvolvida pela OpenAI, é capaz de converter ideias em imagens da mesma forma que o ChatGPT transforma texto. Ele serve como ferramenta de produção de imagens, permitindo ao usuário criar ilustrações por meio de comandos específicos. A ferramenta oferece diversos comandos, como “imagem colorida de uma pessoa descansando enquanto a IA trabalha para ela em um computador”. Vale ressaltar que o DALL-E 2 e o ChatGPT são ambos desenvolvidos pela OpenAI (Loubak, 2023).

O Synthesia é uma ferramenta alimentada por IA que permite a criação de vídeos personalizados em grande escala. Por meio de algoritmos avançados, a plataforma é capaz de produzir vídeos realistas em tempo real, demandando apenas um roteiro e um modelo 3D do apresentador. A ferramenta oferece uma variedade de opções de personalização, incluindo uma vasta seleção de modelos de apresentador, cenários e configurações, o que permite às empresas criar vídeos de alta qualidade com rapidez e menor custo. O Synthesia também se integra perfeitamente ao Google Analytics e ao Salesforce, permitindo aos usuários acompanhar o desempenho de seus vídeos em tempo real e ajustar suas estratégias de *marketing*. Porém, vale ressaltar que a plataforma ainda está em desenvolvimento e pode apresentar algumas limitações, como a falta de expressões faciais realistas em alguns modelos de apresentador (Larrosa, 2023).

No domínio das ferramentas de IA, o ChatGPT se destaca como uma das tendências mais proeminentes. Sua funcionalidade gira em torno da produção de texto, permitindo aos usuários gerar textos com diversos graus de especificidade. Embora sua função mais básica envolva fazer uma pergunta e receber uma resposta, o ChatGPT é mais eficaz quando recebe comandos específicos. Por exemplo, os usuários podem solicitar a compilação de uma lista de 10 linhas de assuntos de *e-mail* cativantes que se alinhem às necessidades promocionais de sua empresa. Dessa forma, os usuários têm uma variedade de opções para escolher (Larrosa, 2023).

Uma forma de agilizar o dia a dia é otimizando o tempo. O Fireflies é uma ferramenta útil para esse fim, pois atua como um assistente de reunião que pode gravar, transcrever e analisar conversas. Essa ferramenta é particularmente útil em cenários em que é necessário gravar um *briefing* de uma videochamada ou preparar um texto para uma entrevista. Além disso, os Fireflies podem ser integrados com outras tecnologias. Por exemplo, durante uma reunião, o assistente pode registrar todas as atividades no CRM. Ele também pode criar tarefas diretamente em *softwares* como Trello e Asana, usando comandos de voz simples durante o processo de gravação (Corrêa, 2023).

Casos práticos do uso de ferramentas de IA

Para as empresas que tendem a ser mais cautelosas com os seus investimentos, especialmente aquelas que têm um histórico de recolha de dados para prever os comportamentos e as necessidades da sua clientela, a adoção da tecnologia de IA pode levar a lucros a curto e médio prazo, mesmo sem um planejamento abrangente ou um resultado garantido (Falardo, 2022).

Com base nisso, Falardo (2022) postula que as empresas que iniciam estratégias de previsão antecipadamente acumularão mais dados de clientes e, consequentemente, serão capazes de melhorar seu desempenho em um ritmo mais rápido. A criação de previsões também atrairá mais compradores de um ponto de vista competitivo e estratégico, fornecendo mais dados para alimentar ferramentas inteligentes. Isso promoverá um ciclo autossustentável de sucesso que, em última análise, beneficiará as empresas.

Assim, Falardo (2022) enfatiza a importância de refinar as estratégias de negócios, aumentando a precisão da previsão do comportamento do consumidor, que é particularmente relevante no ambiente competitivo das empresas, em que a IA tem emergido como a força tecnológica mais disruptiva. Brynjolfsson e McAfee (2017) apoiam essa ideia afirmando que a IA é a tecnologia de uso geral mais essencial na contemporaneidade, com ênfase específica em técnicas de ML que utilizam autoaprendizagem e ferramentas como mineração de dados, padrões e PLN.

A IA é amplamente considerada um catalisador significativo para o crescimento, pois tem potencial para aumentar a eficiência das operações de qualquer organização. Isso inclui a gestão e a manutenção da cadeia de suprimentos, a melhoria e a otimização da experiência do cliente e o desenvolvimento de novas funcionalidades em produtos e serviços, entre outras áreas (Falardo, 2022).

Na era atual, marcada por rápidos avanços tecnológicos, os dados tornaram-se uma ferramenta crucial para as empresas que procuram garantir a sua sobrevivência no meio da transição em curso (Brynjolfsson; McAfee, 2017). É, portanto, comum referir-se aos dados como "ouro", uma vez que servem como força motriz da economia da IA. Brynjolfsson e McAfee (2017) identificaram três fatores-chave para o notável crescimento e desenvolvimento da IA: uma quantidade considerável de dados, algoritmos aprimorados e *hardware* computacional altamente otimizado. Consequentemente, gigantes da tecnologia, como Google, Amazon, Microsoft, Salesforce e IBM, que investem muito no processamento de dados, reconhecem o imenso valor dessa tecnologia para o seu próprio progresso. Essas empresas compartilham um objetivo comum: melhorar seu desempenho em áreas como velocidade de processamento de informações, flexibilidade, personalização, escalabilidade, inovação e tomada de decisão (Falardo, 2022).

Atualmente, existe uma demanda substancial por perfis de consumidores, a fim de identificar clientes potenciais. No entanto, as empresas têm pouca informação e dados para atingir o público-alvo, o que muitas vezes resulta na exclusão daqueles que não cumprem os critérios especificados. As ferramen-

tas de IA têm a capacidade de coletar dados, analisá-los e gerar resultados, levando a avanços na tecnologia, inclusive maior capacidade computacional e técnicas inovadoras, conforme observado por Brynjolfsson e McAfee (2017). Essa otimização de recursos também se traduz na diminuição do tempo do vendedor, na redução de custos e no aumento geral do retorno financeiro.

Em seu trabalho, Falardo (2022) cita a implementação da tecnologia de IA na Starbucks como um excelente exemplo. Com o consentimento do cliente, a empresa utiliza ferramentas inteligentes para identificar seus dispositivos móveis e acessar seu histórico de pedidos, o que permite que funcionários forneçam recomendações personalizadas de serviços e novos produtos nos quais o cliente pode estar interessado. A versatilidade da IA demonstra sua capacidade de integração em uma ampla gama de setores.

A Nike também é um excelente exemplo de como a IA pode ser utilizada para melhorar a experiência do cliente e, ao mesmo tempo, descobrir novos padrões de dados. A Nike Maker Experience está enraizada na tradição da empresa de colaborar com atletas para criar modelos inovadores, mas agora abre a palavra ao público. O estúdio conceitual permite que os indivíduos criem seus Nikes personalizados com base no monitoramento e na previsão de objetos dinâmicos. A IA é utilizada para transformar dados como interesses e datas de nascimento em conceitos visuais, resultando em *designs* únicos, adaptados à história e à personalidade de cada cliente, o que, por sua vez, influencia as decisões de compra. Além disso, a empresa emprega ML para coletar dados de *leads*, o que ajuda a prever e monitorar as tendências futuras, uma situação vantajosa para todos (Marcondes, 2023).

A própria OpenAI (2023) apresenta alguns exemplos práticos de aplicação do ChatGPT em diferentes cenários. É o caso de um criador de conteúdo que produz vídeos para o YouTube: o produtor pode utilizar o ChatGPT para automatizar o processo de produção de legendas para seus vídeos. Com o ChatGPT, ele pode transcrever automaticamente o áudio do vídeo e gerar legendas precisas em vários idiomas. Isso não apenas economiza tempo, mas também reduz o esforço necessário para produzir as legendas. Em um estúdio de gravação de áudio, o ChatGPT é uma ferramenta que pode ser utilizada para melhorar a qualidade do áudio gravado. Isso pode ser conseguido de várias maneiras, como identificação e remoção de ruídos de fundo indesejáveis, equalização do áudio e até mesmo fornecimento de recomendações sobre como melhorar ainda mais a qualidade do som final (OpenIA, 2023).

Outro exemplo de ferramenta de IA que pode ser empregada para desenvolver soluções em vídeo, áudio e texto é o YoutubeDigest, que utiliza o ChatGPT para resumir vídeos no YouTube, tornando-o uma excelente ferramenta para aumentar a produtividade. O usuário obtém uma breve visão geral antes de assistir ao vídeo completo, economizando um tempo valioso. A extensão permite que os usuários personalizem suas preferências de resumo, incluindo opções como fornecimento de resumo com um único parágrafo, marcadores ou marcadores com capítulos de vídeo. Além disso, a extensão permite a tradução de qualquer idioma para qualquer outro idioma, sendo possível exportar o resumo em formato PDF, docx ou arquivo de texto (Anzolin, 2023).

Outra ferramenta muito interessante, lembrada por Anzolin (2023), é o Pictory, em que mesmo aqueles sem qualquer experiência em edição ou *design* podem criar e modificar vídeos de alta qualidade. Basta ter o roteiro ou artigo que servirá de base para o conteúdo do vídeo. Assim, uma postagem de *blog* pode ser transformada em um vídeo para atrair espectadores ao *site* a fim de obter informações adicionais sobre o tema. O Pictory utiliza tecnologia de nuvem, portanto nenhum processamento computacional é necessário no dispositivo do usuário, tornando-o acessível a qualquer pessoa (Anzolin, 2023).

Utilizando IA, o aplicativo Speechify converte texto em áudio, proporcionando um método alternativo à leitura. Esse aplicativo acomoda uma variedade de formatos, como documentos, artigos, PDFs, *e-books* e páginas da *web*, e usa técnicas de síntese de fala de IA para lê-los com uma voz natural. Além disso, o ritmo de leitura pode ser personalizado, o tom pode ser ajustado e um sotaque específico pode ser escolhido para melhorar a experiência do usuário (Anzolin, 2023).

Depois de compreender a metodologia de coleta e análise de dados e o uso de ferramentas de IA em outras áreas que desejem utilizar as vantagens dessas aplicações e informações, é possível notar que as empresas têm potencial significativo para aumentar a eficiência das informações disponíveis. Nesse contexto, a integração de ferramentas de IA nos departamentos de *marketing*, que têm acesso a grandes quantidades de dados e informações, pode permitir às empresas agilizar as operações, reduzir as despesas, diminuir os prazos de entrega e melhorar a qualidade da produção (Falardo, 2022).

Referências

ANZOLIN, N. *Conheça 7 ferramentas de IA que já estão revolucionando o mercado e podem te ajudar no dia a dia*. Bauru: Paschoalotto, 2023. Disponível em: https://www.paschoalotto.com.br/conheca-7-ferramentas-de-inteligencia-artificial/. Acesso em: 28 set. 2023.

BARROS, G. V. P. *et al*. Eficiência de redes neurais artificiais na classificação de uso e do solo da bacia hidrográfica do Rio Japaratuba – SE. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 35, p. 823-833, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/0102-778635500000. Acesso em: 28 set. 2023.

BEZERRA, D. Y. T. C.; PINHEIRO, M. C.; BAIA, M. F. A usabilidade de ferramentas de inteligência artificial como estratégia de divulgação de coleções particulares em bibliotecas públicas. *Páginas a&b*, n. 19, p. 209-234, 2023. Disponível em: https://ojs.letras.up.pt/index.php/paginasaeb/article/view/12998. Acesso em: 28 set. 2023.

CARDOSO, D. E. R. *Aplicação de conceitos de manutenção preditiva com aplicação de ferramentas de inteligência artificial*. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2020a. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/128181/2/411013.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

CARDOSO, J. P. S. *Um agente conversacional pergunta-resposta com recomendações baseadas em uma ontologia de domínio*. 2020. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020b. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/50180/50180.PDF. Acesso em: 28 set. 2023.

CORRÊA, D. *Inteligência artificial na comunicação interna*: 7 ferramentas para otimizar o dia a dia. [*S. l.*]: Progic, [2023]. Disponível em: https://endomarketing.tv/inteligencia-artificial-na-comunicacao-interna. Acesso em: 28 set. 2023.

FALARDO, D. J. *A utilização de ferramentas de inteligência artificial na gestão comercial das empresas e o seu impacto no processo de vendas*. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão de Empresas) – Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em: http://hdl.handle.net/10071/26277. Acesso em: 28 set. 2023.

FIGÊNIO, M. R.; GOMES-JR, L. Ética na era dos modelos de linguagem massivos (LLMs): um estudo de caso do ChatGPT. *In*: ESCOLA REGIONAL DE BANCO DE DADOS, 18., 2023, Palmas. *Anais* [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023.

GILCHRIST, A. *Industry 4.0*: the industrial internet of things. New York: Apress, 2016.

HUBSPOT. *Utilização de IA generativa para expandir as operações de conteúdo*. [*S. l.*]: HubSpot, [2023]. Disponível em: https://www.hubspot.com/hubfs/PORTUGUESE%20-%20Generative%20AI/E-book_IA_Generativa.pdf?hubs_post-cta=interactive&hubs_signup-url=br.hubspot.com%2Fblog%2Fmarketing%2Finteligencia-artificial-marketing&hubs_signup-cta=Baixe%2520agora&hubs_post=br.hubspot.com%2Fblog%2Fmarketing%2Finteligencia-artificial-marketing&_ga=2.95383775.2134850225.1694392725-1293636981.1694392725. Acesso em: 28 set. 2023.

KHAN, W. *et al*. Exploring the frontiers of deep learning and natural language processing: a comprehensive overview of key challenges and emerging trends. *Natural Language Processing Journal*, v. 4, p. 1-31, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949719123000237. Acesso em: 28 set. 2023.

LARROSA, L. *10 ferramentas de inteligência artificial para criar conteúdo*. [*S. l.*]: Luciano Larrossa, [2023]. Disponível em: https://www.lucianolarrossa.com/ferramentas-inteligencia-artificial-para-criar-conteudo/. Acesso em: 28 set. 2023.

LOUBAK, A. L. ChatGPT, DALL-E e mais: como a IA impacta o futuro da criatividade. *Techtudo*, 15 fev. 2023. Disponível em: https://www.techtudo.com.br/noticias/2023/02/chatgpt-dall-e-e-mais-cfomo-a-ia-impacta-o-futuro-da-criatividade.ghtml. Acesso em: 20 set. 2023.

LOUZADA, D. R. *Detecção e caracterização de danos estruturais através de sensores a rede de Bragg e redes neurais artificiais*. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/37156/37156_1.PDF. Acesso em: 28 set. 2023.

LUGER, G. F. *Artificial intelligence*: structures and strategies for complex problem solving. 5th ed. Glenview: Addison Wesley, 2005.

MARCONDES, P. *Como a Nike está usando a inteligência artificial para transformar seu negócio*. [*S. l.*], Innovation Insider, 2023. Disponível em: https://innovationinsider.com.br/9585-2/. Acesso em: 28 set. 2023.

MCAFEE, A.; BRYNJOLFSSON, E. *Machine platform crowd*: harnessing our digital future. New York: W. W. Norton & Company, 2017.

MULLER, A. C.; GUIDO, S. *Introduction to machine learning with Python*: a guide for data scientists. Sebastopol: O'Reilly Media, 2016.

OPENAI. Buscando o conteúdo: alguns casos práticos de aplicação do ChatGPT em diferentes cenários. *ChatGPT*, 2023. Disponível em: https://chat.openai.com/. Acesso em: 3 out. 2023.

Leituras recomendadas

CHRISTIANO, P. F. *et al*. Deep reinforcement learning from human preferences. *In*: CONFERENCE ON NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 31., 2017, Long Beach. *Proceedings* [...]. Long Beach: [*s. n.*], 2017. Disponível em: https://arxiv.org/pdf/1706.03741.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

CURVELO, R. Inteligência artificial: guia completo sobre os impactos no marketing. *HubSpot*, 22 maio 2023. Disponível em: https://br.hubspot.com/blog/marketing/inteligencia-artificial-marketing. Acesso em: 28 set. 2023.

MÉDOLA, A. S. L. D.; OLIVEIRA, V. L. Audiovisual e inteligência artificial: produção de conteúdo em textos autônomos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 43., 2020, Salvador. *Anais* [...]. Salvador: UFBA, 2020. Disponível em: https://www.portalintercom.org.br/anais/nacional2020/resumos/R15-1153-1.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

NEGÓCIOS SC. *7 ferramentas de inteligência artificial para marketing*. [*S. l.*]: Negócios SC, 2023. Disponível em: https://www.negociossc.com.br/blog/7-ferramentas-de-inteligencia-artificial-para-marketing/. Acesso em: 28 set. 2023.

SOHAIL, S. S. *et al*. Decoding ChatGPT: a taxonomy of existing research, current challenges, and possible future directions. *Journal of King Saud University*, v. 35, n. 8, p. 1-23, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101675. Acesso em: 28 set. 2023.

TUNHOLI, M. DALL-E 2 e mais: 8 sites para criar imagem com inteligência artificial. *Techtudo*, 3 jun. 2023. Disponível em: https://www.techtudo.com.br/listas/2023/06/dall-e-2-e-mais-8-sites-para-criar-imagem-com-inteligencia-artificial-edsoftwares.ghtml. Acesso em: 28 set. 2023.

WANG, C.; LI, M.; SMOLA, A. J. Language models with transformers. *arXiv*, v. 1, 20 Apr. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.09408. Acesso em: 28 set. 2023.

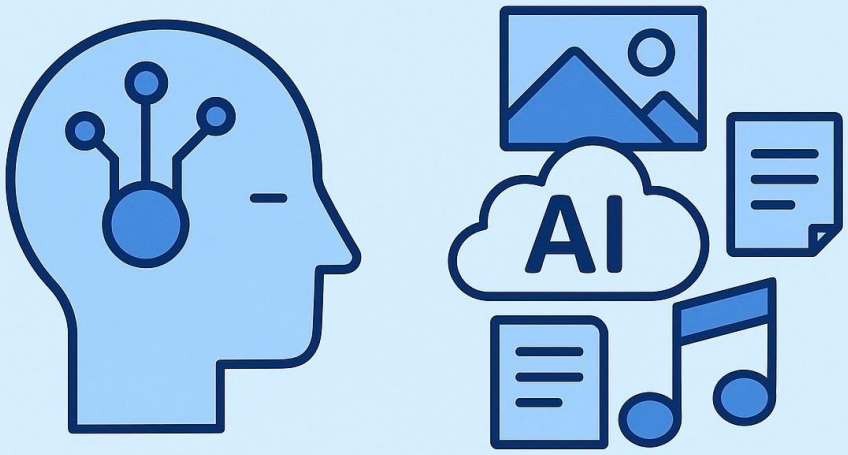
Fique atento

Os *links* para *sites* da *web* fornecidos neste capítulo foram todos testados, e seu funcionamento foi comprovado no momento da publicação do material. No entanto, a rede é extremamente dinâmica; suas páginas estão constantemente mudando de local e conteúdo. Assim, os editores declaram não ter qualquer responsabilidade sobre qualidade, precisão ou integralidade das informações referidas em tais *links*.

Conteúdo:

sagah

Inteligência Artificial Generativa



Inteligência Artificial Generativa

Bem-vindos ao fascinante mundo da **Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa)**! Se você já se maravilhou com imagens realistas criadas por computador, textos que parecem escritos por humanos ou até mesmo músicas compostas por algoritmos, você já teve um vislumbre do que a **IA Generativa** é capaz. Longe dos robôs que pensam como humanos em filmes de ficção científica, a chamada **"IA Forte"**, a **IA Generativa** que exploraremos aqui faz parte da **"A Fraca"** ou **"IA Estreita"**. Mas não se engane: a palavra "fraca"apenas significa que ela é especializada em tarefas específicas, e sua capacidade nessas tarefas é absolutamente revolucionária.

O que é Inteligência Artificial Generativa?

Vivemos um momento em que tecnologias digitais estão cada vez mais presentes no nosso dia a dia. Entre essas inovações, uma das que mais tem chamado atenção nos últimos tempos é a **Inteligência Artificial Generativa**, também chamada de **IA Generativa**. Essa tecnologia vem revolucionando a forma como criamos textos, imagens, músicas, vídeos e até mesmo códigos de computador. Mas o que exatamente ela é?

De maneira simples, podemos dizer que a **IA Generativa** é uma tecnologia capaz de *criar coisas novas*, a partir de exemplos que aprendeu. Por exemplo, ela pode escrever um poema, resumir um texto, compor uma melodia, desenhar uma imagem ou até responder a perguntas como se estivesse conversando com alguém. E o mais impressionante: esses conteúdos parecem ter sido produzidos por pessoas!

O que faz essa inteligência funcionar são **modelos matemáticos** muito avançados, que "aprendem" ao analisar grandes quantidades de dados. Esses dados podem ser livros, imagens, músicas, artigos científicos, postagens em redes sociais, entre muitos outros. A IA aprende observando padrões e depois usa esse conhecimento para criar algo novo e coerente com o que viu.

Para entender melhor, imagine um aluno que lê centenas de redações. Depois de um tempo, ele começa a perceber como se estrutura uma introdução, quais palavras são mais usadas, como organizar as ideias. Com base nisso, ele pode tentar escrever a própria redação. A **IA Generativa** funciona de forma parecida — mas com a diferença de que ela "lê" milhões de textos em segundos.

Nos últimos anos, o desenvolvimento dessas tecnologias avançou muito rápido. Modelos como o **ChatGPT** (criado pela empresa OpenAI) ficaram famosos por conseguir *conversar com pessoas, responder perguntas, escrever textos e traduzir informações* de maneira fluida e natural. Outros exemplos incluem ferramentas como o **DALL·E**, que criam

imagens a partir de descrições em palavras, e o **MusicLM**, capaz de gerar músicas a partir de comandos escritos. O Google também lançou suas próprias ferramentas, como o **Gemini** (antigo Bard), que funciona como um assistente de conversação inteligente, e o **Imagen**, um gerador de imagens com base em texto que produz resultados de alta qualidade. Essas soluções demonstram como as grandes empresas de tecnologia estão investindo cada vez mais no desenvolvimento de *inteligências artificiais criativas* e acessíveis.

Essas ferramentas já estão sendo usadas em várias áreas: na educação, para auxiliar estudantes e professores; na saúde, para ajudar na organização de informações clínicas; no jornalismo, para escrever notícias; na arte, para criar novas formas de expressão; e em muitas outras aplicações.

Mas junto com as possibilidades, também surgem desafios importantes: como saber se um conteúdo foi gerado por uma IA? Quem é o autor de um texto criado por máquina? E se a IA gerar informações falsas? Esses são temas que também serão discutidos neste módulo.

Ao longo das próximas seções, você vai aprender **como a IA Generativa funciona, onde ela já está sendo aplicada e como você pode interagir com essas ferramentas de maneira consciente e criativa**. Não é necessário ter formação em tecnologia — este conteúdo foi pensado para todos os estudantes, de qualquer área, que queiram entender esse fenômeno que está mudando o mundo.

O que é **IA Generativa**? Da *IA tradicional* a *IA que cria*

Para entender a **IA Generativa**, primeiro, precisamos diferenciar o que ela faz de outras formas de Inteligência Artificial. A IA "tradicional"ou discriminativa é excelente em analisar e classificar dados existentes. Pense em sistemas que reconhecem spam em seu e-mail, recomendam filmes com base no seu histórico ou identificam objetos em uma foto. Eles tomam decisões ou fazem previsões a partir de dados de entrada.

Já a IA Generativa tem uma habilidade ainda mais impressionante: criar algo novo e original. Ela não apenas reconhece padrões, mas também os reproduz de maneiras inovadoras. Ela aprende a estrutura e as características de um conjunto de dados – seja texto, imagens ou áudios – e, com base nesse aprendizado, consegue gerar conteúdo que não existia antes, mas que se assemelha e se encaixa nos padrões dos dados originais. É a diferença entre um sistema que identifica um gato em uma foto e um sistema que cria uma nova foto de um gato.

Breve histórico e os principais marcos (GANs, Transformers, Diffusion Models)

A ideia de máquinas criativas não é nova, mas o avanço exponencial que vemos hoje é resultado de décadas de pesquisa. Alguns marcos foram cruciais:

- **Redes Adversariais Generativas (GANs)**: Introduzidas em 2014, as GANs foram um divisor de águas. Elas funcionam com dois "cérebros"de IA competindo: um **gerador** que cria conteúdo (por exemplo, imagens falsas) e um **discriminador** que tenta diferenciar o conteúdo real do gerado. Essa competição força o gerador a produzir saídas cada vez mais realistas, enganando o discriminador. As GANs foram pioneiras na criação de faces humanas fotorrealistas que não existem.

- **Modelos Baseados em Transformers**: Lançados em 2017, os Transformers revolucionaram o Processamento de Linguagem Natural (PLN). Essa arquitetura neural é extremamente eficiente em processar sequências de dados (como palavras em uma frase), entendendo o contexto e as relações entre elas. Eles formam a base para os **Large Language Models (LLMs)** que conhecemos hoje, permitindo que a IA compreenda e gere linguagem de forma incrivelmente coerente.

- **Modelos de Difusão (Diffusion Models)**: Mais recentes e poderosos para geração de imagens, os modelos de difusão trabalham de uma forma diferente. Eles aprendem a transformar ruído puro (como o "chiado"de uma TV sem sinal) em imagens coerentes, passo a passo, "desfazendo"o processo de adição de ruído que foi aplicado a imagens de treinamento. O resultado são imagens de altíssima qualidade e detalhe, muitas vezes a partir de simples descrições textuais.

Como a IA Generativa funciona?

Para entender como a **Inteligência Artificial Generativa** funciona, não é necessário ser especialista em computação. Vamos explicar esse processo de forma clara, com analogias que ajudam a visualizar o que acontece por trás dessas tecnologias.

A **IA Generativa** é baseada em modelos matemáticos que funcionam de maneira semelhante ao nosso cérebro quando aprendemos algo novo. Esses modelos são chamados de **redes neurais artificiais**, e são inspirados no modo como os neurônios se comunicam entre si. Quanto maior a rede, mais informações ela consegue processar e aprender.

Esses modelos precisam ser treinados. O treinamento é feito com grandes quantidades de dados: textos, imagens, áudios, vídeos e até códigos de programação. Durante esse processo, o modelo identifica padrões, repetições, combinações frequentes de palavras ou formas visuais. Assim, ele começa a "entender" como esses conteúdos são organizados.

Por exemplo, ao treinar com milhões de textos, um modelo como o **ChatGPT** ou o **Gemini** aprende que certas palavras aparecem juntas com frequência, que perguntas geralmente são seguidas de respostas, e que um parágrafo tem uma estrutura lógica. Já uma IA como o **DALL·E**[1] aprende a associar palavras a imagens: se você digitar "um gato andando de skate", ela vai tentar montar uma imagem que combine esses elementos.

Essa habilidade de criar algo novo com base no que aprendeu é o que torna esses modelos **generativos**. Eles não apenas imitam, mas recombinam ideias para gerar novos conteúdos. É como se eles fossem capazes de usar a criatividade, com base no que já viram.

Os modelos mais utilizados atualmente são os chamados *Transformers*, que conseguem lidar com grandes sequências de dados e aprender com mais eficiência. Esses modelos são o que está por trás de ferramentas como ChatGPT, Bard, Claude, Copilot, Gemini e outras.

Apesar de sua complexidade técnica, esses sistemas estão se tornando cada vez mais acessíveis ao público. Hoje, qualquer pessoa com acesso à internet pode utilizar uma ferramenta de IA generativa sem precisar programar ou entender de matemática. Basta digitar um pedido — como "escreva uma receita de bolo saudável" ou "crie uma imagem de um castelo medieval" — e a IA gera o conteúdo quase instantaneamente.

No entanto, é importante lembrar que *a IA não tem consciência, emoções ou compreensão real do que está fazendo*. Ela apenas aprende padrões e faz previsões com base em probabilidades. Ou seja, ela "acerta" porque viu muitos exemplos parecidos — não porque entendeu o sentido das coisas.

Entender como a **IA Generativa** funciona é o primeiro passo para usá-la com responsabilidade e criatividade. Nas próximas seções, veremos exemplos concretos de como essa tecnologia está sendo aplicada em diferentes áreas e como você pode começar a explorá-la no seu cotidiano.

Aplicações no dia a dia

A Inteligência Artificial Generativa está cada vez mais presente em nossas rotinas, muitas vezes de forma invisível. Desde ferramentas para criar textos e imagens até assistentes virtuais que respondem perguntas, essa tecnologia está sendo utilizada em diversas áreas do conhecimento e setores da sociedade. Vamos ver alguns exemplos de como ela já está transformando o nosso dia a dia:

[1] O DALL·E é uma ferramenta que transforma frases em imagens.

Educação

Professores e estudantes estão utilizando a IA generativa para criar planos de aula, gerar exercícios, corrigir redações, explicar conceitos difíceis e tirar dúvidas. A IA também pode ajudar na produção de materiais didáticos personalizados, de acordo com o ritmo e estilo de aprendizagem de cada aluno.

Saúde

Na saúde, a IA generativa pode auxiliar na elaboração de relatórios clínicos, na descrição de exames por imagem, no resumo de prontuários e até mesmo na educação de pacientes. Apesar de não substituir profissionais da área, ela pode contribuir para aumentar a eficiência e reduzir a carga de trabalho em tarefas repetitivas.

Comunicação e mídia

Jornalistas, escritores e criadores de conteúdo usam ferramentas de IA para redigir artigos, gerar títulos chamativos, traduzir textos, criar roteiros e organizar informações. Isso acelera processos criativos e amplia a produção de conteúdo digital.

Arte e cultura

Artistas visuais, designers, escritores e músicos têm explorado a IA generativa para criar obras novas, misturar estilos, gerar inspirações ou mesmo desenvolver projetos colaborativos com a máquina. A IA pode ser uma ferramenta criativa, que amplia as possibilidades expressivas.

Negócios e serviços

Empresas estão utilizando a IA para automatizar atendimento ao cliente, gerar e-mails personalizados, criar descrições de produtos e prever tendências de mercado. Pequenos empreendedores também podem se beneficiar, usando essas ferramentas para melhorar a comunicação com seus públicos.

Esses são apenas alguns exemplos. A cada dia surgem novas aplicações e usos criativos da IA generativa em diferentes contextos. O importante é perceber que essa tecnologia não está restrita ao mundo da computação: ela está presente na educação, na saúde, nas artes, nos negócios e na vida cotidiana.

Tabela 1 – Exemplos de ferramentas de IA Generativa por área de aplicação

Área	**Ferramentas e Aplicações**
Educação	ChatGPT (respostas a perguntas, explicações de conteúdo, elaboração de planos de aula); Khanmigo (tutor da Khan Academy com IA para aprendizagem personalizada).
Saúde	Glass AI (relatórios clínicos automatizados); Nabla Copilot (assistente para prontuários médicos e notas de consulta).
Comunicação e Mídia	Jasper AI (criação de textos para marketing, blogs e redes sociais); Copy.ai (geração de textos publicitários, e-mails e slogans).
Arte e Cultura	DALL·E e Midjourney (geração de imagens com base em descrições); Soundraw e Amper Music (composição musical por IA).
Negócios e Serviços	CopyMonkey (descrições automáticas de produtos para e-commerce); Notion AI (assistente para redação e organização de conteúdos); Microsoft Copilot (integração de IA no Word, Excel e PowerPoint).

Experiências práticas

Agora que já entendemos o que é a Inteligência Artificial Generativa e como ela vem sendo aplicada em diferentes áreas, é hora de explorar algumas experiências práticas. Mesmo sem conhecimento técnico, qualquer pessoa pode começar a interagir com essas ferramentas usando apenas um computador ou celular com acesso à internet.

Nesta seção, apresentamos atividades simples que permitem ao estudante conhecer o funcionamento da IA Generativa na prática, de forma segura e educativa.

Conversando com uma IA: ChatGPT

Acesse a ferramenta ChatGPT no site da OpenAI (https://chat.openai.com). Você pode criar uma conta gratuita.

- Experimente digitar perguntas como: *"Explique o que é saúde pública"*, ou *"Crie um resumo sobre a Revolução Francesa"*.

- Peça ajuda para escrever um texto: *"Escreva uma introdução para um trabalho sobre inteligência artificial na educação"*.

- Explore: *"Crie um poema sobre o Cerrado brasileiro"* ou *"Traduza este texto para o espanhol"*.

Gerando imagens com IA: DALL·E

O DALL·E é uma ferramenta que transforma frases em imagens. Acesse pelo mesmo site da OpenAI.

- Digite um comando como: *"Uma paisagem futurista com árvores tecnológicas e céu roxo"*.
- Experimente frases simples e criativas: *"Um cachorro vestido de astronauta andando na lua"*.

Criando com música e voz

Ferramentas como **Soundraw** (https://soundraw.io) e **Voicemod Text to Song** permitem gerar músicas a partir de comandos em texto.

- Tente gerar uma música com o tema: *"Trabalho em equipe no ambiente universitário"*.
- Ou crie uma letra de música com ajuda do ChatGPT e insira em uma dessas ferramentas.

Proposta de atividade

Cada estudante deve realizar uma breve exploração prática em pelo menos uma das ferramentas apresentadas. Em seguida, deverá responder:

- Qual ferramenta utilizou?
- O que pediu para a IA gerar?
- O resultado atendeu às expectativas? Por quê?
- Que reflexões você faz sobre o uso dessa tecnologia no seu curso ou profissão?

Essas experiências ajudam a entender não apenas o potencial da IA, mas também seus limites. Nem sempre o conteúdo gerado estará correto, completo ou adequado ao contexto. Por isso, o olhar

A IA Generativa no cotidiano: Exemplos em aplicativos, mídias e serviços

A IA Generativa já faz parte do nosso dia a dia, muitas vezes sem que percebamos:

- **Assistentes de Escrita**: Ferramentas integradas em softwares de texto (como Word ou Google Docs) que sugerem frases, corrigem gramática e até expandem ideias.

- **Mídias Sociais**: Filtros de imagem e vídeo que alteram sua aparência, geram avatares personalizados ou até criam pequenos vídeos animados a partir de fotos.
- **Marketing e Publicidade**: Geração automática de textos para anúncios, legendas para posts e até mesmo criação de imagens e vídeos de produtos.
- **Design Gráfico**: Ferramentas que geram ícones, texturas e layouts para designers, acelerando o processo criativo.
- **Atendimento ao Cliente**: Chatbots que conseguem gerar respostas complexas e personalizadas para as dúvidas dos usuários, simulando uma conversa humana.
- **Entretenimento**: Geração de roteiros para jogos, criação de trilhas sonoras originais e até personagens virtuais com falas e comportamentos realistas.
- **Educação**: Criação de material didático personalizado, resumos de textos longos e até mesmo a formulação de exercícios e testes.

Em resumo, a IA Generativa está transformando a forma como interagimos com a tecnologia e, mais importante, como criamos e consumimos conteúdo. Preparar-se para essa realidade é essencial, e esta disciplina é o seu ponto de partida para entender, criticar e aproveitar o potencial dessa poderosa ferramenta.

Impactos e desafios

A Inteligência Artificial Generativa traz uma série de benefícios e oportunidades para a sociedade, mas também levanta questões importantes que precisam ser discutidas com responsabilidade. Como toda tecnologia poderosa, seus impactos dependem de como ela é usada, por quem, e com que objetivos.

Oportunidades

Entre os principais impactos positivos, destacam-se:

- **Aumento da produtividade:** ferramentas de IA podem automatizar tarefas repetitivas, economizar tempo e permitir que as pessoas se concentrem em atividades mais criativas ou estratégicas.
- **Apoio à criatividade:** escritores, artistas, professores e profissionais de diversas áreas estão utilizando a IA como uma parceira na criação de textos, imagens, roteiros, apresentações e projetos.

- **Inclusão e acessibilidade:** a IA pode traduzir conteúdos automaticamente, adaptar materiais para diferentes públicos e até criar interfaces de voz para pessoas com deficiência.

- **Democratização do conhecimento:** modelos generativos tornam mais fácil o acesso à informação, com explicações simplificadas, resumos e respostas instantâneas.

Riscos e desafios

Ao mesmo tempo, a IA Generativa também apresenta desafios sérios:

- **Desinformação:** conteúdos gerados por IA podem parecer verdadeiros, mesmo quando contêm erros ou informações falsas. Isso é especialmente preocupante em áreas como política, saúde e ciência.

- **Plágio e autoria:** é difícil definir quem é o autor de um conteúdo criado por IA. Isso levanta debates sobre direitos autorais e uso indevido de produções humanas nos dados de treinamento.

- **Dependência tecnológica:** o uso excessivo dessas ferramentas pode reduzir a autonomia intelectual e a capacidade crítica, especialmente entre estudantes.

- **Viés nos algoritmos:** os modelos podem reproduzir estereótipos, preconceitos ou visões de mundo baseadas nos dados com os quais foram treinados. Isso pode reforçar desigualdades sociais e culturais.

O papel do ser humano

Mesmo com todos os avanços, a IA Generativa não substitui o ser humano. Ela não tem consciência, empatia ou senso de ética. Por isso, é essencial que o uso dessas ferramentas seja sempre mediado por pessoas que saibam interpretar, questionar e avaliar os resultados gerados.

Cabe aos profissionais da educação, da saúde, da gestão pública, das ciências sociais e de tantas outras áreas, compreender como essa tecnologia funciona e participar ativamente da construção de um uso ético, responsável e criativo da IA.

A tecnologia, por si só, não é boa nem ruim — tudo depende do uso que fazemos dela. E é por isso que precisamos debater seus impactos com senso crítico, respeito à diversidade e compromisso com o bem comum.

Futuro da IA Generativa

A Inteligência Artificial Generativa está em rápida evolução, e tudo indica que seu papel será ainda mais relevante nos próximos anos. Novas ferramentas estão sendo desenvolvidas com maior capacidade de criação, personalização e integração com outras tecnologias. Isso abre um campo imenso de possibilidades — mas também exige atenção redobrada aos impactos sociais, éticos e profissionais.

Tendências tecnológicas

Nos próximos anos, espera-se avanços importantes em várias direções:

- **Modelos multimodais:** sistemas que combinam texto, imagem, áudio e vídeo em uma única plataforma, permitindo interações mais completas e ricas.
- **Personalização inteligente:** IA capazes de adaptar conteúdos e sugestões com base no perfil, histórico e necessidades específicas de cada pessoa.
- **Interação natural:** uso de linguagem cada vez mais fluida, com reconhecimento de emoções, contexto e intenções nas conversas com humanos.
- **Maior integração com softwares do cotidiano:** ferramentas de IA serão incorporadas a ambientes como navegadores, editores de texto, aplicativos médicos, sistemas educacionais e de gestão pública.

Esses avanços tornam a IA Generativa uma aliada poderosa, não apenas na automação de tarefas, mas também na ampliação da criatividade, da aprendizagem e da inovação em diferentes áreas.

O papel dos profissionais do presente e do futuro

Com a expansão do uso da IA, profissionais de todas as áreas precisarão desenvolver novas habilidades. Não se trata de substituir a formação existente, mas de ampliá-la com competências que permitam dialogar com essas tecnologias.

Algumas dessas competências incluem:

- Saber usar ferramentas de IA de forma crítica e criativa;
- Entender os princípios básicos do funcionamento da IA (mesmo sem saber programar);
- Avaliar a qualidade, confiabilidade e ética dos conteúdos gerados;
- Integrar a IA às práticas profissionais, sem abrir mão do julgamento humano.

Em um mundo cada vez mais digital, saber interagir com inteligências artificiais será tão importante quanto saber ler, escrever ou pesquisar. A formação universitária precisa incorporar esses debates para preparar cidadãos conscientes, éticos e inovadores.

Desafios regulatórios e sociais

Além das questões técnicas e educacionais, o futuro da IA Generativa envolve também decisões políticas e sociais. Precisamos discutir:

- Quem será responsável pelos erros cometidos por uma IA?
- Como garantir a transparência sobre o uso de conteúdos gerados automaticamente?
- De que forma proteger os direitos autorais e a privacidade dos dados usados nos treinamentos?

Essas perguntas ainda não têm respostas definitivas. Elas exigem o envolvimento de toda a sociedade: universidades, governos, empresas, organizações sociais e cidadãos.

O futuro da IA Generativa não está apenas nas mãos dos programadores — está nas mãos de todos nós.

Atividades e estudos de caso

Nesta seção, propomos atividades práticas e estudos de caso para que você possa aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do módulo. O objetivo é estimular a reflexão crítica, a criatividade e o uso responsável das ferramentas de Inteligência Artificial Generativa no seu campo de atuação.

Atividade 1 – Explorando ferramentas de IA

Objetivo: experimentar, comparar e refletir sobre diferentes ferramentas de IA Generativa.

Instruções:

1. Escolha pelo menos uma ferramenta de geração de texto (ex: ChatGPT, Gemini) e uma de geração de imagem (ex: DALL·E, Imagen).
2. Faça pelo menos dois pedidos (prompts) para cada uma. Exemplo de comandos:
    - Texto: “Explique a importância do SUS em linguagem simples.”

- Imagem: “Uma sala de aula com alunos e uma professora robô ensinando biologia.”

3. Registre os resultados obtidos.
4. Em seguida, responda:
   - Os resultados foram satisfatórios? Por quê?
   - O conteúdo gerado foi coerente e útil?
   - Você usaria essa ferramenta na sua profissão ou área de estudo?

Atividade 2 – Simulando um uso profissional

Objetivo: aplicar a IA Generativa em uma situação real do seu curso ou futura profissão.

Exemplos de uso:

- **Educação:** gerar um plano de aula sobre educação ambiental para o ensino médio.
- **Saúde:** simular um resumo automatizado de um prontuário clínico (sem dados reais).
- **Comunicação:** criar um roteiro de podcast sobre fake news e IA.
- **Administração:** pedir que a IA elabore um e-mail institucional para uma campanha de engajamento.

Após a atividade, escreva um pequeno relatório:

- Como foi o uso da ferramenta?
- O que funcionou bem e o que exigiu revisão?
- Você confiaria nesse tipo de recurso em um ambiente profissional?

Estudo de caso: IA no cotidiano

Cenário: Um hospital público está testando o uso de IA para gerar rascunhos automáticos de relatórios médicos e respostas a perguntas frequentes de pacientes.

Debate em grupo:

- Quais os benefícios dessa iniciativa?
- Quais os riscos ou limitações?

- Como garantir o uso ético e seguro da tecnologia nesse contexto?
- O que deve permanecer sob responsabilidade humana?

Entrega: cada grupo deve escrever uma proposta de boas práticas para o uso da IA no cenário apresentado.

Essas atividades buscam mostrar que a IA Generativa pode ser útil e acessível em diferentes áreas, mas que seu uso deve ser sempre acompanhado de senso crítico, responsabilidade e consciência dos limites tecnológicos.

Conclusão: por que todos devem entender a IA Generativa

A Inteligência Artificial Generativa deixou de ser um conceito distante da tecnologia e passou a fazer parte do nosso cotidiano. Hoje, ela está presente em aplicativos de celular, ferramentas de trabalho, plataformas de educação, redes sociais, serviços públicos e até na produção de arte. Seu impacto já é visível em diversas profissões e áreas do conhecimento.

Ao longo deste módulo, vimos que a IA Generativa é uma tecnologia capaz de criar textos, imagens, músicas, códigos e outros tipos de conteúdo a partir de comandos simples. Entendemos como ela funciona, conhecemos suas aplicações em diferentes contextos e refletimos sobre os seus desafios éticos, sociais e profissionais.

Mas mais importante do que saber o que a IA pode fazer, é saber **como usá-la com responsabilidade**. Isso significa:

- Questionar a veracidade e a confiabilidade das informações geradas;
- Avaliar se o uso da IA está respeitando os direitos de autoria, privacidade e diversidade;
- Usar a IA como apoio à criatividade e ao aprendizado, e não como substituição do pensamento crítico;
- Promover um debate aberto, ético e interdisciplinar sobre o futuro dessas tecnologias.

Independentemente da sua formação — seja nas ciências humanas, exatas ou da saúde — compreender o funcionamento e os impactos da IA Generativa é uma competência fundamental no século XXI. Afinal, essas tecnologias influenciam a maneira como nos comunicamos, aprendemos, trabalhamos e nos relacionamos com o mundo.

Mais do que entender a máquina, trata-se de entender a si mesmo diante dela. O conhecimento sobre Inteligência Artificial deve estar acessível a todos e fazer parte da

formação de cidadãos conscientes, críticos e capazes de participar ativamente da construção de uma sociedade mais justa, informada e inclusiva.

A tecnologia é uma ferramenta. Cabe a nós decidir como, por que e para quem ela será utilizada.

Referências e materiais complementares

Nesta seção, reunimos sugestões de leituras, vídeos e ferramentas que podem complementar o aprendizado sobre Inteligência Artificial Generativa. A proposta é oferecer fontes confiáveis, acessíveis e atualizadas para estudantes de diferentes áreas.

Livros e textos introdutórios

- RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. *Inteligência Artificial*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022.
- DOMINGOS, Pedro. *O Algoritmo Mestre: Como a busca por uma única equação para tudo pode transformar o mundo*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
- HODSON, Hal. *Entendendo o ChatGPT e a IA generativa*. São Paulo: Revista MIT Technology Review Brasil, 2023. (artigo)
- OpenAI. *Introdução ao ChatGPT*. Disponível em: ⟨https://help.openai.com⟩
- Google DeepMind. *Sobre o Gemini e a IA generativa do Google*. Disponível em: ⟨https://deepmind.google⟩

Ferramentas recomendadas para uso prático

- **ChatGPT** – ⟨https://chat.openai.com⟩
- **DALL·E (geração de imagens)** – ⟨https://openai.com/dall-e⟩
- **Google Gemini (antigo Bard)** – ⟨https://gemini.google.com⟩
- **Bing Image Creator** – ⟨https://www.bing.com/images/create⟩
- **Notion AI (assistente de escrita)** – ⟨https://www.notion.so/product/ai⟩

Vídeos e cursos abertos

- **IA Generativa em 5 minutos** (canal Manual do Mundo) – ⟨https://www.youtube.com/watch?v=8N3cyU-MKSk⟩

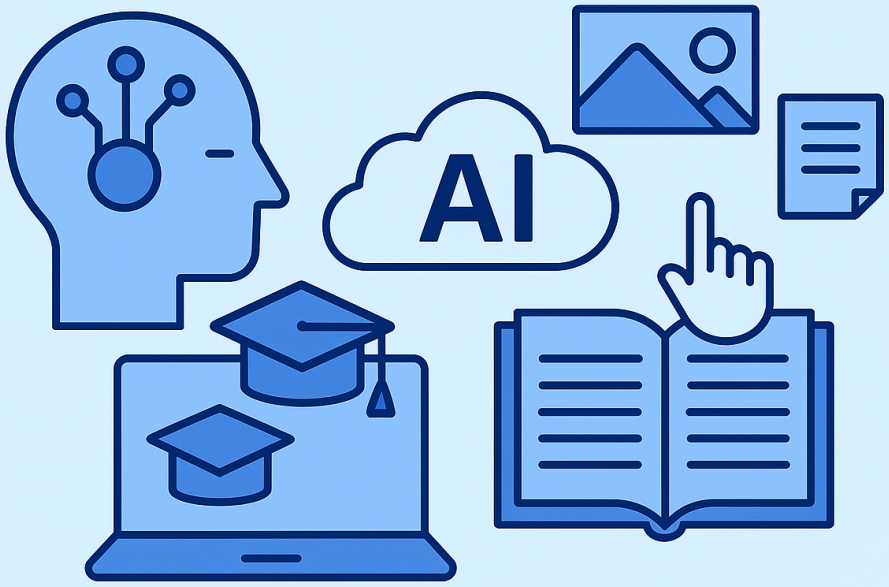
- **Curso introdutório sobre IA – Fundação Bradesco** – ⟨https://www.ev.org.br⟩
- **MIT 6.S191: Introduction to Deep Learning** – ⟨https://introtodeeplearning.mit.edu⟩

Documentos e artigos para reflexão ética

- UNESCO. *Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial*. Paris, 2021. Disponível em: ⟨https://unesdoc.unesco.org⟩
- BRASIL. Senado Federal. *Marco legal da Inteligência Artificial*. Brasília, 2023.

Esses recursos foram selecionados para apoiar o aprofundamento do tema em diferentes níveis. Muitos deles são gratuitos e de acesso aberto. Recomendamos que os estudantes utilizem essas fontes de forma crítica e complementar ao conteúdo do módulo.

IA Generativa na Educação



Uso de Inteligência Artificial Generativa na Educação

A **Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa)** está transformando o cenário educacional ao oferecer novas possibilidades para personalizar, dinamizar e ampliar o acesso ao conhecimento. Ao permitir a criação de conteúdos originais, como textos, imagens, vídeos e códigos, essa tecnologia abre caminhos para metodologias mais ativas, inclusivas e centradas no estudante. Essa capacidade de geração abre um leque de possibilidades para o setor educacional, transformando tanto a prática docente quanto a experiência de aprendizagem dos alunos.

Impulsionada por modelos como GPT-4 e DALL-E 3, representa um salto significativo na forma como interagimos com a tecnologia. Diferente das IAs tradicionais que executam tarefas programadas.

O GPT-4 (Generative Pre-trained Transformer 4) é um modelo de Inteligência Artificial desenvolvido pela OpenAI[1], lançado em março de 2023. Ele pertence à família de modelos transformadores generativos e é a evolução do GPT-3.5. Seu principal objetivo é compreender e gerar linguagem humana de forma mais precisa, contextualizada e criativa. Já o modelo DALL·E 3 é um modelo de Inteligência Artificial Generativa desenvolvido pela OpenAI que transforma descrições em linguagem natural (prompts) em imagens realistas ou artísticas. Ele representa a terceira geração da série DALL·E, trazendo avanços significativos na fidelidade visual, compreensão de linguagem e detalhamento gráfico.

Como estudamos anteriormente, vale relembrar que em sua essência a **IA Generativa** é um tipo de inteligência artificial que *aprende padrões e estruturas a partir de grandes volumes de dados* e, em seguida, utiliza esse conhecimento para ***gerar novos dados que se assemelham aos originais***. Imagine um modelo que, após ser "treinado"com milhões de textos, consegue escrever um artigo sobre um determinado assunto, ou uma IA que, ao analisar milhares de imagens, consegue criar uma nova ilustração no estilo desejado. Essa é a **magia da IA Generativa: ela não copia, ela cria**.

Aplicações Transformadoras na Educação

As aplicações da **IA Generativa na educação** são vastas e estão em constante evolução:

[1] A OpenAI é uma empresa de pesquisa e desenvolvimento em Inteligência Artificial (IA), fundada em dezembro de 2015 por um grupo de empreendedores e cientistas

1. **Geração de Material Didático**: Ferramentas baseadas em IA podem criar automaticamente apostilas, quizzes, resumos, flashcards e roteiros de aula adaptados às necessidades dos estudantes. Também pode gerar materiais didáticos adaptados ao ritmo e estilo de *aprendizagem de cada aluno*. Isso inclui textos explicativos simplificados ou aprofundados, exercícios com diferentes níveis de dificuldade e até resumos personalizados de aulas.

2. **Criação de Conteúdo Dinâmico**: Professores podem utilizar a IA Generativa para gerar rapidamente questionários, planos de aula, exemplos práticos e estudos de caso sob medida. Isso otimiza o tempo de preparação e permite focar mais na interação e no acompanhamento dos alunos.

3. **Tutoria Automatizada**: Assistentes virtuais com IA Generativa são capazes de esclarecer dúvidas, explicar conceitos e propor exercícios com base no desempenho do aluno.

4. **Estímulo à Escrita e Criatividade**: Alunos podem usar a IA Generativa para co-criar textos, poesias, roteiros ou projetos multimodais, desenvolvendo competências criativas e críticas.

5. **Acessibilidade e Inclusão**: Tradução automática de conteúdo, geração de áudio para textos e adaptação de linguagens técnicas para linguagem simples ampliam o acesso ao conhecimento.

6. **Análise de Aprendizagem**: Modelos generativos podem gerar relatórios personalizados sobre a evolução do aluno, sugerindo trilhas de aprendizagem personalizadas.

7. **Ferramentas de Feedback e Avaliação**: Sistemas de IA Generativa podem analisar textos e trabalhos dos alunos, oferecendo feedback detalhado sobre gramática, estilo, coesão e até sugestões para melhoria de argumentos. Isso agiliza o processo de correção e fornece insights valiosos para os estudantes.

8. **Simulações e Ambientes de Aprendizagem Imersivos**: A IAG pode criar cenários interativos e simulações realistas, permitindo que os alunos pratiquem habilidades em ambientes controlados, como simulações de laboratório ou cenários de negociação.

9. **Apoio à Pesquisa e Produção Acadêmica**: Estudantes e pesquisadores podem usar a IA Generativa para gerar ideias, revisar bibliografias, organizar informações e até auxiliar na redação de partes de trabalhos acadêmicos, sempre com a devida supervisão e revisão humana.

Ferramentas de IA Generativa para Educação

A adoção de ferramentas de **IA Generativa** na educação permite desenvolver competências e habilidades em diferentes áreas do conhecimento. Abaixo, elencamos os principais tipos de ferramentas que podem ser utilizadas:

1. **Ferramentas de Geração de Texto**: Geram textos originais a partir de comandos simples ou perguntas.

   Exemplos: ChatGPT, Claude, Gemini (Google), Jasper AI.

2. **Ferramentas de Geração de Imagens**: Produzem imagens a partir de descrições textuais.

   Exemplos: DALL·E, Midjourney, Craiyon, Bing Image Creator.

3. **Ferramentas de Geração de Vídeo e Áudio**: Criam vídeos, animações ou vozes sintéticas.

   Exemplos: Synthesia, Lumen5, ElevenLabs, Pictory.

4. **Ferramentas de Programação e Código**: Ajudam na geração de scripts, algoritmos ou correção de erros.

   Exemplos: GitHub Copilot, CodeWhisperer, Replit Ghostwriter.

5. **Ferramentas Educacionais Específicas**: Desenvolvidas para fins pedagógicos, como criação de quizzes, planos de aula ou resumos.

   Exemplos: MagicSchool.ai, Curipod, Diffit, Eduaide.ai, Canva Magic Write.

Essas ferramentas podem ser utilizadas tanto por professores quanto por estudantes, promovendo o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, comunicação, criatividade e resolução de problemas.

Ferramentas de Tradução com IA

As ferramentas de tradução baseadas em IA Generativa são recursos poderosos para promover a inclusão linguística e facilitar o acesso ao conhecimento em contextos multilíngues. Elas podem ser utilizadas para:

Traduzir materiais didáticos para estudantes de diferentes origens linguísticas;

Apoiar o ensino de idiomas estrangeiros;

Promover colaboração internacional em projetos educacionais;

Adaptar conteúdo técnico para linguagem acessível em diversas línguas.

Exemplos de ferramentas:

- **DeepL Translator**: tradutor de alta precisão com opções de refinamento de estilo e tom.
- **Google Translate**: suporta dezenas de idiomas e integração com documentos, sites e aplicativos.
- **Microsoft Translator**: permite tradução em tempo real e colaboração em sala de aula.
- **ChatGPT e Gemini**: capazes de traduzir e adaptar textos com contextualização cultural.

Essas ferramentas contribuem para o desenvolvimento de competências multilíngues e fortalecem a comunicação intercultural no ambiente educacional.

Prompt Engineering (ou "engenharia de prompts")

O **Prompt Engineering** é uma nova competência digital voltada para a interação com sistemas de Inteligência Artificial Generativa. Envolve o desenvolvimento de habilidades para escrever instruções (prompts) claras, objetivas e criativas que conduzam a IA a gerar respostas úteis, coerentes e relevantes.

Ao dominar essa prática, educadores e alunos podem aproveitar melhor ferramentas como ChatGPT, DALL·E, Gemini, Copilot e outras, potencializando o ensino, a aprendizagem e a resolução de problemas. A elaboração de um bom prompt não depende apenas da linguagem usada, mas também da capacidade de definir objetivos claros, oferecer contexto e especificar o formato da resposta desejada.

O que é Prompt Engineering?

O *Prompt Engineering*, ou engenharia de prompts, é a prática de projetar instruções claras, específicas e estratégicas para modelos de Inteligência Artificial Generativa (IAG), como o ChatGPT, DALL·E, Gemini, entre outros. Trata-se de uma habilidade essencial no uso pedagógico, criativo e profissional dessas ferramentas, pois determina diretamente a qualidade e a utilidade das respostas geradas pela IA.

O prompt é o ponto de partida da interação: é através dele que o ser humano comunica à máquina o que deseja obter. Com isso, o Prompt Engineering se torna uma interface crítica entre o pensamento humano e a capacidade computacional da IA, exigindo atenção à linguagem, ao contexto e à clareza das intenções.

Definição e Aplicações

Podemos definir Prompt Engineering como a técnica de escrever comandos que orientem a IA de forma eficaz, considerando variáveis como o público-alvo, o objetivo da tarefa, o formato da resposta e o tom desejado. Um bom prompt é mais do que uma pergunta: é uma instrução cuidadosamente elaborada, com elementos que conduzem a IA a interpretar corretamente a demanda.

Na educação, as aplicações incluem:

- Criação de planos de aula com base em objetivos curriculares;
- Geração de resumos de textos acadêmicos ou capítulos de livros;
- Elaboração de avaliações formativas ou simulados;
- Produção de conteúdos personalizados para estilos de aprendizagem variados;
- Tradução e adaptação de textos com diferentes níveis de complexidade;
- Criação de imagens ou roteiros visuais para apoio didático.

Diferença entre Prompt Simples e Prompt Estruturado

A diferença entre prompts simples e estruturados está no nível de orientação e detalhamento oferecido ao modelo de IA.

Prompt simples:

> Explique o que é fotossíntese.

Prompt estruturado:

> Você é um professor de ciências do ensino fundamental. Escreva um texto didático e acessível explicando o que é fotossíntese para alunos de 10 anos, utilizando analogias visuais e linguagem simples.

Prompts estruturados tendem a gerar respostas mais completas, contextualizadas e adaptadas ao público ou objetivo desejado.

Exercício Prático

Instrução: Reescreva os prompts abaixo em formato estruturado, considerando o público-alvo (alunos do ensino médio), a clareza da tarefa e o formato da resposta esperada.

1. O que foi a Revolução Industrial?
2. Faça um resumo sobre a Segunda Guerra Mundial.
3. Fale sobre a fotossíntese.

Desafio: Crie um prompt estruturado para uma atividade educacional na sua área de atuação usando um modelo de IA generativa.

Infográfico Comparativo

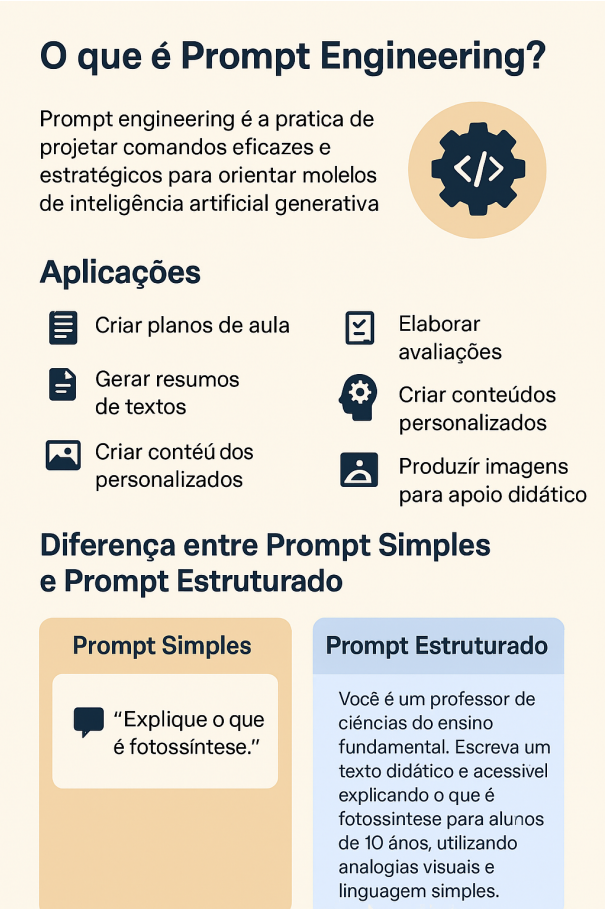


Figura 1 – Prompt Engineering na prática

Exemplo: Prompt Simples vs. Prompt Estruturado

Tema: Como a educação pode melhorar a vida das famílias?

Este exemplo ilustra a diferença entre um prompt simples e um prompt estruturado, demonstrando como a qualidade do comando influencia a resposta gerada pela IA.

Prompt simples: "Explique como a educação pode melhorar a vida das famílias."

Características: genérico, sem definição de público-alvo, formato ou tom.

Resultado esperado: uma resposta correta, porém genérica e pouco adaptada ao contexto de uso.

Prompt estruturado: "Você é um redator de uma revista voltada para pais de estudantes da rede pública. Escreva um artigo curto e inspirador explicando, em linguagem acessível, como a educação pode contribuir para melhorar a qualidade de vida das famílias. Use exemplos concretos e destaque os benefícios econômicos, sociais e emocionais da escolarização."

Características:

- Define o papel da IA (redator);
- Especifica o público (pais da rede pública);
- Determina o tom (inspirador) e o estilo (artigo curto);
- Pede exemplos e aspectos específicos.

Resultado esperado: um texto contextualizado, emocionalmente envolvente, com informações relevantes para o público-alvo.

Benefícios e Oportunidades

O uso da IA Generativa na educação oferece uma série de vantagens que podem transformar a experiência de ensino e aprendizagem. Essas tecnologias contribuem para a criação de ambientes educacionais mais adaptativos, eficientes e motivadores, promovendo maior engajamento dos estudantes e apoiando o trabalho dos professores.

Entre estes benefícios e oportunidades podemos citar:

- Personalização do ensino em larga escala.
- Economia de tempo na produção de materiais.
- Integração com ambientes virtuais de aprendizagem.
- Estímulo à autonomia do aluno e ao pensamento crítico.

Desafios, Cuidados e Considerações Éticas

Embora as oportunidades sejam empolgantes, a implementação da IA Generativa na educação também levanta desafios importantes:

- **Dependência tecnológica**: É preciso garantir que a IA complemente, e não substitua, o papel do educador.
- **Qualidade e veracidade do conteúdo gerado**: Nem todo material gerado automaticamente está correto ou ético.
- **Privacidade e segurança de dados**: A coleta e o uso de informações sensíveis exigem regulação.
- **Autenticidade e Plágio**: A facilidade de geração de conteúdo pode levar a problemas de plágio e originalidade. É crucial educar alunos e professores sobre o uso ético da IAG e desenvolver ferramentas para detectar conteúdo gerado artificialmente quando necessário.
- **Viés e Discriminação**: Os modelos de IAG são treinados com dados existentes, o que significa que podem reproduzir e até amplificar vieses presentes nesses dados. É fundamental estar atento a essa questão e buscar modelos e práticas que minimizem o risco de disseminação de preconceitos.
- **Desenvolvimento de Habilidades Críticas**: A dependência excessiva da IAG pode prejudicar o desenvolvimento de habilidades essenciais como pensamento crítico, resolução de problemas e criatividade. A IAG deve ser vista como uma ferramenta de apoio, e não como um substituto para o esforço intelectual humano.
- **Equidade Digital**: O acesso à tecnologia e à infraestrutura necessária para utilizar a IAG pode ampliar as disparidades educacionais. É vital garantir que a inclusão digital seja uma prioridade para que todos possam se beneficiar dessas inovações.
- **Formação de Professores**: É essencial capacitar os educadores para que compreendam o funcionamento da IAG, saibam como utilizá-la de forma eficaz em suas práticas pedagógicas e como orientar seus alunos nesse novo cenário.

O Futuro da Educação com IA Generativa

A Inteligência Artificial Generativa não é uma moda passageira, mas sim uma tecnologia que irá remodelar profundamente o cenário educacional. Para que possamos colher os benefícios e mitigar os riscos, é fundamental que a comunidade educacional abrace a inovação com responsabilidade, ética e uma visão estratégica. Ao invés de resistir, devemos aprender a colaborar com a IA, utilizando-a para potencializar a aprendizagem, personalizar o ensino e preparar os alunos para um futuro onde a inteligência artificial será uma ferramenta ubíqua[2].

[2] Refere-se à capacidade de estar presente em todos os espaços, de forma contínua e discreta, e muitas vezes está associada à computação ubíqua, onde a tecnologia está integrada ao ambiente cotidiano

A discussão sobre o uso da IAG na educação está apenas começando. Quais são as suas principais preocupações ou esperanças em relação a essa tecnologia no ambiente de sala de aula?

Considerações Finais

A IA Generativa pode ser uma aliada poderosa na educação, desde que seu uso seja planejado de forma crítica, ética e pedagógica. Cabe aos educadores, gestores e desenvolvedores promover um uso consciente e inclusivo dessas tecnologias, potencializando o aprendizado humano em vez de substituí-lo.

Para isso, é essencial que sejam promovidas políticas de formação continuada que capacitem docentes e discentes no uso dessas ferramentas, desenvolvendo não apenas habilidades técnicas, mas também pensamento crítico, competências comunicativas e responsabilidade digital.

A inserção da IA Generativa deve ser acompanhada de diretrizes claras quanto à autoria dos materiais produzidos, à avaliação da aprendizagem e à proteção de dados dos usuários. Tais preocupações não devem frear a inovação, mas orientar o seu uso em direção a uma educação mais justa, inclusiva e centrada no sujeito.

Em síntese, a inteligência artificial não substitui o educador, mas pode ampliar sua capacidade de promover aprendizagens significativas. Quando utilizada com intencionalidade pedagógica, a IA Generativa se torna uma ferramenta poderosa para fomentar a criatividade, a personalização do ensino e o desenvolvimento integral dos estudantes.

Referências e materiais complementares

Nesta seção, reunimos sugestões de leituras, vídeos e ferramentas que podem complementar o aprendizado sobre **Inteligência Artificial Generativa na Educação**. A proposta é oferecer fontes confiáveis, acessíveis e atualizadas para estudantes de diferentes áreas.

Artigos e Pesquisas Acadêmicas (Periódicos e Conferências)

- **OpenAI.** (2023). *GPT-4 Technical Report.* Disponível em: ⟨https://openai.com/research/gpt-4⟩ (Este é um documento técnico fundamental para entender a base de um dos modelos mais proeminentes).
- **Mollick, E., & Mollick, L.** (2023). *New modes of learning enabled by AI chatbots: What opportunities for education?* Wharton School, University of Pennsylvania. (Pesquisa focada nas oportunidades).

- **Bao, W.** (2023). *Generative AI and Education: Addressing the Opportunities and Challenges.* International Journal of Learning in Higher Education. (Artigo que discute oportunidades e desafios).
- **Zou, J., et al.** (2023). *The role of generative AI in personalized learning: A review and research agenda.* Journal of Educational Technology & Society. (Foco na personalização do aprendizado).
- **Chen, L., et al.** (2023). *A Scoping Review on Generative AI in Higher Education: Potentials, Challenges, and Implications.* Education and Information Technologies. (Revisão abrangente).

Livros e Capítulos de Livros

- **Luckin, R., & Holmes, W.** (2023). *AI in Education: Navigating the new frontiers.* Routledge. (Embora possa cobrir IA em geral, espere capítulos sobre IAG).
- **Du, J., & Lin, C.** (Eds.). (2024). *Generative AI in Education: Promises and Pitfalls.* Springer. (Procure por livros específicos ou coletâneas que já abordem a IAG).

Relatórios e Guias de Organizações (Think Tanks, Governos, Universidades)

- **UNESCO.** (2023). *Generative AI in Education: A Guide for Policy-makers.* (Documento fundamental para diretrizes e implicações políticas).
- **World Economic Forum.** (2023/2024). *Reports on the Future of Jobs, AI, and Education.* (Muitos de seus relatórios mais recentes abordam o impacto da IAG em habilidades e educação).
- **MIT Open Learning.** (2023/2024). *Publicações e blogs sobre IA na educação.* (Universidades de ponta geralmente publicam insights práticos e acadêmicos).

Artigos de Revisão e Opinião de Especialistas

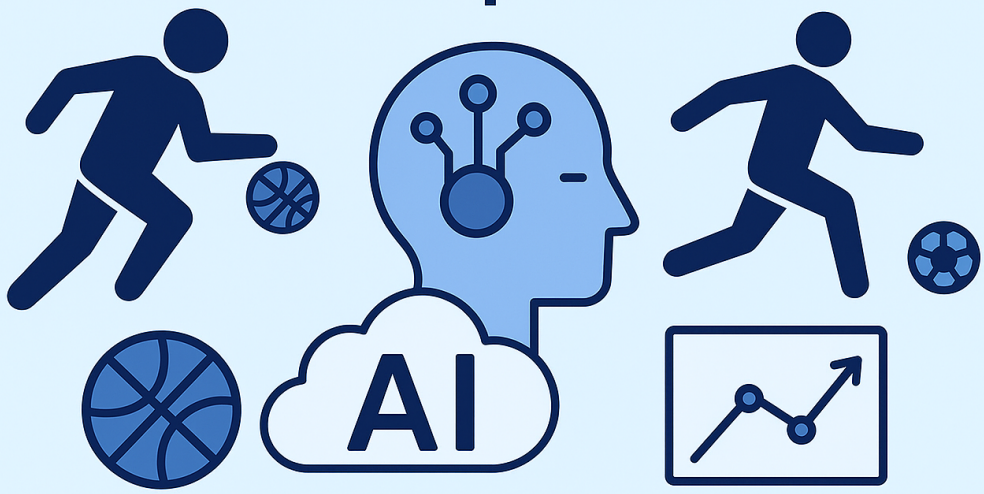
- **Hodges, C. B., et al.** (2023). *The Potential and Perils of Generative AI for Higher Education.* Educause Review. (Publicação de tecnologia educacional com artigos relevantes).
- **K. R. Scherer, S., et al.** (2023). *Generative AI in Education: A Primer.* (Busque por primers e guias rápidos de organizações especializadas em IA).

Plataformas e Repositórios Online

- **Google Scholar:** Use termos de busca como "Generative AI education", "AI in learning", "ChatGPT pedagogy", "AI curriculum design".

- **ArXiv:** Repositório de pré-publicações onde muitos artigos sobre IA aparecem primeiro.
- **ResearchGate / Academia.edu:** Plataformas onde pesquisadores compartilham seus trabalhos.

Inteligência Artificial nos Esportes



Impactos da Inteligência Artificial nos Esportes

A Inteligência Artificial (IA) deixou de ser apenas um tema de ficção científica para se tornar uma presença concreta em nosso cotidiano. Está presente em aplicações móveis, serviços digitais, assistentes virtuais, processos industriais e até mesmo em políticas públicas. Para compreender o impacto e as possibilidades dessa tecnologia, o audiovisual se apresenta como uma poderosa ferramenta de aprendizagem.

O Impacto da Inteligência Artificial Generativa na Medicina

Imagine um futuro não tão distante, onde diagnósticos são mais precisos, novos medicamentos são descobertos em tempo recorde e tratamentos são moldados sob medida para cada paciente. Este cenário, que antes parecia exclusivo da ficção científica, está se tornando uma realidade palpável graças ao avanço exponencial da Inteligência Artificial Generativa (IAG). Longe de ser apenas uma ferramenta para automatizar tarefas, a IAG está redefinindo os limites do possível na área da saúde.

Essa tecnologia disruptiva, capaz de criar dados originais – desde imagens médicas sintéticas e estruturas moleculares até complexos planos de tratamento – não só otimiza processos existentes, mas também abre portas para inovações inimagináveis. A IAG não apenas analisa, mas gera conhecimento e soluções, prometendo revolucionar desde a forma como pesquisamos doenças até o modo como médicos e pacientes interagem com o sistema de saúde. Estamos à beira de uma era onde a inteligência artificial não apenas assiste, mas cocria o futuro da medicina.

Introdução

A **Inteligência Artificial Generativa (IAG)** está revolucionando a medicina de maneiras que antes pareciam ficção científica. Sua capacidade de **gerar novos dados** — sejam eles imagens médicas, sequências genéticas, estruturas moleculares ou até mesmo textos clínicos — abre um leque de possibilidades para o diagnóstico, tratamento, pesquisa e educação médica. Mais do que apenas analisar informações, a IAG é capaz de **criar insights e soluções**, acelerando descobertas e personalizando a assistência ao paciente.

O Que a IAG Oferece à Medicina?

A IAG opera gerando novos dados a partir de padrões aprendidos em vastos conjuntos de informações existentes. No contexto médico, isso significa:

- **Síntese de Conhecimento:** A IAG pode processar e sintetizar rapidamente uma quantidade colossal de literatura médica, artigos de pesquisa e dados de pacientes, identificando padrões e relações que seriam impossíveis para um humano.
- **Criação de Modelos e Simulações:** Com base em dados reais, a IAG pode criar modelos virtuais de órgãos, doenças ou até mesmo simular a progressão de uma patologia, permitindo a pesquisa e o treinamento sem riscos.
- **Geração de Conteúdo:** Seja para criar relatórios médicos mais claros, gerar imagens de treinamento para estudantes ou desenvolver novas estruturas moleculares, a capacidade de geração de conteúdo é central.

Três Áreas-Chave do Uso da Inteligência Artificial Generativa na Medicina

Para entender melhor o impacto da IAG na saúde, podemos focar em três áreas principais onde ela já está fazendo a diferença ou tem um potencial significativo:

1. Diagnóstico e Imagiologia Médica Avançada

A IAG está transformando a forma como doenças são diagnosticadas, especialmente em áreas que dependem de análise de imagem.

- **Geração de Imagens Médicas Sintéticas:** Para treinamento de novos radiologistas ou para complementar bancos de dados de doenças raras, a IAG pode criar **imagens médicas sintéticas (raio-X, ressonâncias, tomografias)** que são indistinguíveis das reais. Isso é crucial para treinar modelos de IA e para aprimorar a educação médica sem expor pacientes.
- **Análise Preditiva e Detecção Precoce:** A IAG pode processar imagens médicas para **identificar anomalias sutis** que podem passar despercebidas por olhos humanos, como pequenos tumores em estágios iniciais ou marcadores de doenças degenerativas. Ela pode gerar "mapas" de probabilidade de doença, auxiliando o médico no diagnóstico.
- **Melhoria da Qualidade da Imagem:** Em casos onde a qualidade da imagem é baixa devido a fatores técnicos, a IAG pode ser utilizada para **reconstruir e aprimorar a clareza das imagens**, permitindo um diagnóstico mais preciso.

2. Descoberta e Desenvolvimento de Fármacos

O processo de descobrir e desenvolver novos medicamentos é longo, custoso e complexo. A IAG está acelerando drasticamente essa jornada.

- **Geração de Novas Moléculas:** A IAG pode **projetar e gerar virtualmente milhões de novas moléculas** com propriedades desejadas, como a capacidade de se ligar a um alvo específico em uma doença. Isso otimiza o processo de triagem, reduzindo o tempo e o custo associados à descoberta de novos compostos promissores.
- **Previsão de Interações Medicamentosas:** Ao analisar grandes bases de dados, a IAG pode **prever como diferentes medicamentos interagem entre si** ou com o corpo humano, ajudando a identificar potenciais efeitos colaterais ou combinações eficazes para tratamentos.
- **Otimização de Ensaios Clínicos:** Embora ainda emergente, a IAG pode auxiliar no **design de ensaios clínicos mais eficientes**, gerando perfis de pacientes ideais ou simulando resultados para identificar os caminhos mais promissores.

3. Medicina Personalizada e Planos de Tratamento

A capacidade da IAG de processar e gerar informações adaptadas a cada indivíduo é fundamental para a ascensão da medicina personalizada.

- **Planos de Tratamento Individualizados:** Com base nos dados genéticos, histórico médico e estilo de vida de um paciente, a IAG pode **gerar recomendações de tratamento personalizadas**, incluindo a dosagem ideal de medicamentos, terapias específicas e modificações no estilo de vida.
- **Geração de Relatórios Clínicos Personalizados:** A IAG pode ajudar a criar **relatórios médicos claros e concisos**, traduzindo jargões complexos para uma linguagem que o paciente e sua família possam entender, melhorando a comunicação e a adesão ao tratamento.
- **Simulações de Prognóstico:** Para auxiliar médicos e pacientes na tomada de decisões, a IAG pode **simular diferentes cenários de tratamento** e seus prováveis resultados, oferecendo uma visão mais clara do prognóstico e das opções disponíveis.

Desafios e Considerações Éticas na Medicina

Apesar do otimismo, a implementação da IAG na medicina exige cautela e um debate ético robusto:

- **Segurança e Validação:** A precisão e a segurança dos modelos de IAG devem ser rigorosamente validadas em ambientes clínicos antes de serem amplamente adotadas. Erros podem ter consequências graves. **Privacidade e Segurança dos Dados:** A medicina lida com dados extremamente sensíveis. Garantir a privacidade, a segurança e a anonimização dos dados dos pacientes é uma preocupação primordial.
- **Responsabilidade e Regulamentação:** Quem é o responsável legal em caso de um erro diagnóstico ou de tratamento gerado por uma IA? É necessário desenvolver

marcos regulatórios claros para o uso da IAG na saúde.

- **Relação Médico-Paciente:** A IAG deve ser uma ferramenta de apoio ao médico, e não um substituto para a empatia humana e o julgamento clínico. A relação de confiança entre médico e paciente deve ser preservada.

Conclusão

A Inteligência Artificial Generativa tem o potencial de transformar a medicina, tornando-a mais precisa, eficiente e personalizada. É uma era emocionante, mas que exige responsabilidade e colaboração contínua entre tecnólogos, profissionais de saúde e reguladores.

O Impacto da Inteligência Artificial Generativa na Agricultura

A Inteligência Artificial Generativa e o Futuro da Agropecuária A agricultura, um dos pilares mais antigos da civilização, está no limiar de uma transformação sem precedentes, impulsionada pela Inteligência Artificial Generativa (IAG). Longe das ferramentas tradicionais que apenas analisam dados, a IAG vai além: ela cria. Essa capacidade de gerar novos dados, insights e soluções — seja para otimizar o uso da água, projetar culturas mais resistentes ou prever com precisão surtos de pragas — está moldando o futuro da agropecuária.

Em um mundo que exige maior produtividade, resiliência às mudanças climáticas e práticas mais sustentáveis, a IAG surge como uma aliada estratégica. Ela nos permite não só entender o campo em sua complexidade, mas também intervir de forma mais inteligente e eficiente, cultivando uma nova era para a produção de alimentos.

Introdução

A **Inteligência Artificial Generativa (IAG)** está se tornando uma ferramenta fundamental para enfrentar os desafios da agricultura moderna, como o aumento da demanda global por alimentos, as mudanças climáticas e a necessidade de práticas mais sustentáveis. Longe de ser apenas uma tecnologia para analisar dados, a IAG é capaz de **criar novas soluções e insights**, que vão desde o design de culturas mais resistentes até a otimização de sistemas de irrigação complexos. Sua capacidade de **gerar informações e modelos** a partir de grandes volumes de dados agronômicos está pavimentando o caminho para uma agricultura mais inteligente, eficiente e resiliente.

O Que a IAG Oferece à Agricultura?

A IAG opera gerando novos dados e modelos a partir de padrões aprendidos em extensos conjuntos de informações existentes. No contexto agrícola, isso significa:

- **Modelagem Preditiva Avançada:** A IAG pode processar e sintetizar rapidamente dados climáticos, de solo, genéticos de plantas e de manejo, identificando padrões complexos e fazendo previsões mais precisas sobre o crescimento das culturas, risco de doenças e pragas.
- **Geração de Cenários e Otimização:** Com base em dados reais e simulações, a IAG pode criar cenários virtuais de cultivo, testando diferentes estratégias de manejo (irrigação, fertilização, plantio) para otimizar a produtividade e o uso de recursos.
- **Design de Soluções:** Seja para desenvolver novas formulações de defensivos, planejar o layout de fazendas inteligentes ou criar sequências genéticas para plantas, a capacidade generativa é central.

Três Áreas-Chave do Uso da Inteligência Artificial Generativa na Agricultura

Para compreender melhor o impacto da IAG no campo, podemos focar em três áreas principais onde sua aplicação já é evidente e promissora:

1. Manejo Otimizado de Culturas e Recursos

A IAG está transformando a forma como os agricultores gerenciam suas lavouras, permitindo um uso mais preciso e eficiente de recursos.

- **Recomendações Personalizadas de Manejo:** Com base em dados de sensores (solo, clima, umidade), imagens de drones e satélites, a IAG pode **gerar recomendações precisas sobre quando e quanto irrigar, fertilizar ou aplicar defensivos**. Ela pode, por exemplo, simular o impacto de diferentes doses de nitrogênio no rendimento de uma cultura específica em um tipo de solo particular.
- **Detecção e Prevenção de Doenças e Pragas:** A IAG pode **gerar modelos preditivos de surtos de doenças ou infestações de pragas**, analisando padrões históricos e condições ambientais atuais. Isso permite que os agricultores atuem preventivamente, aplicando tratamentos de forma mais direcionada e reduzindo o uso excessivo de produtos químicos.
- **Otimização do Plantio e Colheita:** A IAG pode **gerar planos de plantio ideais** considerando fatores como tipo de solo, histórico da área e previsões climáticas. Da mesma forma, ela pode otimizar a logística da colheita, minimizando perdas e garantindo a qualidade do produto.

2. Melhoramento Genético e Desenvolvimento de Culturas

A IAG está acelerando drasticamente o processo de desenvolvimento de novas variedades de plantas, tornando-as mais resistentes e produtivas.

- **Design de Novas Características Genéticas:** A IAG pode **projetar e simular virtualmente sequências genéticas** para criar culturas com características desejáveis, como maior resistência à seca, a pragas específicas ou com maior valor nutricional. Isso acelera o melhoramento genético, reduzindo a necessidade de testes de campo demorados.
- **Previsão de Desempenho de Culturas:** Ao analisar vastos bancos de dados genômicos e fenotípicos, a IAG pode **prever como novas variedades de plantas se comportarão** em diferentes condições ambientais, ajudando os melhoristas a selecionar os candidatos mais promissores.
- **Otimização da Reprodução:** A IAG pode auxiliar na **identificação dos cruzamentos mais promissores** entre diferentes variedades de plantas, acelerando o desenvolvimento de híbridos com características superiores.

3. Agricultura de Precisão e Automação Inteligente

A IAG é a força motriz por trás da próxima geração de tecnologias em agricultura de precisão, tornando os sistemas autônomos ainda mais inteligentes.

- **Geração de Rotas Otimizadas para Máquinas Autônomas:** Robôs agrícolas e tratores autônomos podem usar a IAG para **gerar as rotas mais eficientes de plantio, pulverização ou colheita**, minimizando o consumo de combustível e maximizando a cobertura da área, mesmo em terrenos irregulares.
- **Robótica Agrícola com Tomada de Decisão:** Além de executar tarefas, robôs equipados com IAG podem **analisar a saúde de plantas individuais**, identificar ervas daninhas e **gerar ações específicas** como a aplicação localizada de herbicidas ou a colheita seletiva de frutas maduras.
- **Monitoramento e Geração de Alertas em Tempo Real:** Drones e sensores de campo, combinados com IAG, podem **gerar alertas personalizados** para o agricultor sobre anomalias na lavoura, indicando a necessidade de intervenção imediata em áreas específicas.

Desafios e Considerações Éticas na Agricultura

Apesar do otimismo, a implementação da IAG na agricultura também apresenta desafios importantes:

- **Acesso e Custo:** A tecnologia de IAG pode ser cara e exigir infraestrutura de dados robusta, o que pode ampliar a lacuna entre grandes e pequenos produtores.
- **Qualidade e Volume de Dados:** A eficácia da IAG depende da qualidade e da quantidade dos dados agrícolas disponíveis. A coleta e a curadoria desses dados ainda são desafios.
- **Alfabetização Digital:** Agricultores precisam ser capacitados para entender e utilizar as ferramentas de IAG de forma eficaz.
- **Impacto no Emprego:** A automação impulsionada pela IA pode afetar a força de trabalho agrícola, exigindo novas qualificações e transições.
- **Sustentabilidade e Ética:** É crucial garantir que o uso da IAG na agricultura promova práticas verdadeiramente sustentáveis e não leve a monoculturas excessivas ou à dependência de tecnologias proprietárias.

Conclusão

A Inteligência Artificial Generativa está preparando o terreno para uma nova era na agricultura, mais produtiva, sustentável e resiliente. É uma jornada emocionante, mas que exige colaboração entre cientistas, agricultores, formuladores de políticas e tecnólogos.

A Inteligência Artificial nos Esportes: Basquete Americano, Futebol Europeu e Atletismo Olímpico

O universo dos esportes, historicamente dominado pela paixão humana, intuição e habilidade atlética bruta, está vivenciando uma transformação silenciosa, mas profunda: a ascensão da **Inteligência Artificial (IA)**. Longe de substituir o drama e a emoção das competições, a IA, especialmente a **Inteligência Artificial Generativa (IAG)**, está atuando nos bastidores para redefinir o desempenho, a estratégia e até mesmo a experiência dos fãs.

Seja no ritmo acelerado do basquete americano (NBA), na complexidade tática do futebol europeu ou na busca milimétrica por recordes no atletismo olímpico, a IA não é mais uma curiosidade futurista. Ela é uma ferramenta indispensável que **analisa vastas quantidades de dados**, **identifica padrões invisíveis** e, crucialmente, **gera insights acionáveis**. Essa capacidade de aprender e criar está abrindo novas fronteiras para atletas, técnicos, árbitros e até para a forma como interagimos com nossos esportes favoritos, prometendo uma era de desempenho otimizado e estratégias inovadoras.

O Que a IAG Oferece aos Esportes?

A Inteligência Artificial Generativa, com sua capacidade de criar novos dados e modelos a partir de padrões existentes, oferece diversas aplicações que estão remodelando o cenário esportivo:

- **Geração e Aumento de Dados:** A IAG pode criar simulações de movimentos de jogadores, cenários de jogo hipotéticos ou até mesmo gerar dados de desempenho para atletas em condições específicas, o que é valioso para treinamento e análise.
- **Modelagem Preditiva Avançada:** É capaz de prever o risco de lesões, o desempenho futuro de jogadores, ou até mesmo resultados de jogos com base em múltiplas variáveis, indo além da simples estatística.
- **Insights Automatizados:** Pode gerar relatórios detalhados sobre fraquezas de jogadores, tendências de equipes adversárias ou regimes de treinamento ideais, liberando tempo para treinadores e analistas se concentrarem na aplicação.
- **Personalização:** Permite a criação de planos de treinamento sob medida para atletas e experiências de conteúdo personalizadas para fãs, aumentando o engajamento.

Três Áreas-Chave do Uso da Inteligência Artificial nos Esportes

Para compreender o impacto multifacetado da IA nos esportes, vamos explorar três áreas principais onde sua aplicação já é evidente e transformadora, com exemplos específicos de basquete (NBA), futebol (Europa) e atletismo olímpico:

1. Análise e Otimização de Desempenho

A IA está elevando a análise de desempenho a um nível sem precedentes, permitindo que atletas e equipes alcancem seu potencial máximo.

Basquete Americano (NBA)

- **Rastreamento de Jogadores e Análise de Movimento:** Câmeras de alta resolução e sensores rastreiam cada movimento dos jogadores em quadra. A IAG analisa dados como **velocidade, aceleração, desaceleração, altura de salto e padrões de movimento específicos**. Isso permite identificar ineficiências na mecânica de arremesso, otimizar rotas defensivas ou ofensivas, e até prever a fadiga.
- **Análise de Arremesso e Posicionamento:** A IA pode analisar milhares de arremessos, identificando os **melhores pontos de arremesso**, ângulos ideais e até a probabilidade de acerto com base na posição dos defensores, gerando recomendações para o ataque.

- **Previsão de Fadiga e Lesões:** Ao cruzar dados de treino (frequência cardíaca, padrões de sono, carga de trabalho) com dados de jogo, modelos de IAG podem **prever o risco de fadiga ou lesões** em jogadores, permitindo planos de descanso e recuperação personalizados para otimizar a longevidade da carreira.

Futebol na Europa

- **Análise Posicional e Tática:** Sensores e câmeras monitoram a posição de cada jogador e da bola. A IAG analisa **movimentos sem a bola, redes de passes e a formação tática** das equipes para identificar espaços vazios, pressões eficazes e padrões de ataque/defesa, gerando "mapas de calor"preditivos ou análises de coesão de equipe.
- **Scouting de Oponentes e Jogadores:** A IA pode processar vastas quantidades de vídeos de jogos de adversários, identificando suas **tendências táticas, jogadas ensaiadas e pontos fortes/fracos** de jogadores individuais, gerando relatórios detalhados para a preparação do jogo.
- **Gestão de Carga de Treino:** Monitoramento contínuo de dados fisiológicos e de desempenho permite que a IA recomende **cargas de treino ideais** para cada atleta, balanceando o aprimoramento físico com a prevenção de lesões ao longo da temporada.

Atletismo Olímpico

- **Análise Biomecânica Detalhada:** Câmeras de alta velocidade capturam os movimentos dos atletas em micro-escala. A IAG pode **analisar ângulos de articulações, forças aplicadas e sequências de movimento** para identificar as menores ineficiências técnicas, por exemplo, na largada de um velocista ou na impulsão de um saltador. Ela pode gerar modelos de "movimento perfeito"para comparação.
- **Feedback em Tempo Real:** Durante sessões de treino, sistemas de IA podem fornecer **feedback imediato** a atletas e treinadores sobre ajustes de técnica, permitindo correções instantâneas.
- **Otimização de Pacing:** Para provas de resistência, a IAG pode analisar dados fisiológicos do atleta, perfil da pista e dados de concorrentes para **gerar estratégias de ritmo ideais** que maximizem o desempenho e a gestão de energia durante a prova.

2. Estratégia e Tomada de Decisão

A IA está se tornando um "assistente tático"indispensável para treinadores e gestores, aprimorando o planejamento estratégico antes, durante e depois dos jogos.

Basquete Americano (NBA)

- **Geração de Playbooks e Simulações:** A IAG pode **gerar novas jogadas ofensivas e defensivas**, testando sua eficácia em ambientes simulados contra diferentes formações e estilos de oponentes, otimizando o playbook da equipe.
- **Análise de Draft e Montagem de Elenco:** A IA pode analisar dados de desempenho de jogadores universitários ou internacionais, prever como eles se encaixariam no esquema tático de uma equipe e até simular o impacto de diferentes escolhas de draft no desempenho futuro da franquia.
- **Ajustes em Tempo Real:** Durante o jogo, sistemas de IA podem processar dados e fornecer **recomendações em tempo real** aos treinadores sobre substituições, momentos para pedir tempo ou mudanças táticas, baseadas em tendências do adversário e desempenho atual da equipe.

Futebol na Europa

- **Simulações de Partidas:** Antes de um jogo, a IAG pode rodar milhares de **simulações com diferentes formações, estratégias e combinações de jogadores**, prevendo os resultados mais prováveis e identificando as táticas mais eficazes contra um adversário específico.
- **Otimização de Bolas Paradas:** Analisando dados históricos de escanteios, faltas e penalidades, a IA pode **gerar novas rotinas de bolas paradas** (ofensivas e defensivas), aumentando a chance de gol ou de defesa.
- **Scouting e Aquisição de Jogadores:** A IA pode identificar jogadores subvalorizados no mercado, prever o impacto de uma nova contratação no desempenho da equipe e até otimizar o orçamento de transferências.

Atletismo Olímpico

- **Estratégias de Prova Personalizadas:** Para eventos individuais ou de revezamento, a IAG pode **gerar planos de prova otimizados** com base nas condições climáticas, no perfil da pista e nas forças e fraquezas dos principais concorrentes, por exemplo, determinando o melhor momento para um "sprint final".
- **Análise de Concorrência para Recordes:** A IA pode aprofundar a análise de dados de concorrentes diretos, identificando padrões de corrida, picos de desempenho e estratégias passadas para auxiliar o atleta a planejar sua própria abordagem.

3. Engajamento de Fãs e Mídia

A IA está redefinindo a experiência do torcedor, tornando a interação com o esporte mais imersiva, personalizada e informativa.

Basquete Americano (NBA)

- **Destaques Personalizados:** A IAG pode **gerar automaticamente clipes de melhores momentos** personalizados para cada fã, focando em seus jogadores favoritos, tipos de jogadas ou times específicos, entregando conteúdo sob medida.
- **Comentários e Estatísticas Preditivas:** Durante as transmissões, a IA pode fornecer **comentários em tempo real** baseados em estatísticas (e.g., "Player X tem 70% de chance de converter este lance livre") ou gerar gráficos dinâmicos que preveem o resultado de uma posse de bola.

Futebol na Europa

- **Visualização de Dados Aprimorada:** A IA pode criar **visualizações de dados dinâmicas e envolventes** (mapas de calor de jogadores, gráficos de passes, probabilidades de gol) para transmissões televisivas e plataformas online, tornando a compreensão tática mais acessível ao público.
- **Transmissões Interativas:** A IAG pode possibilitar que os espectadores escolham ângulos de câmera personalizados, acessem dados de jogadores em tempo real ou até vivenciem o jogo em realidade virtual com elementos gerados por IA.

Atletismo Olímpico

- **Replays Aprimorados e Análise Virtual:** A IA pode gerar **replays em câmera lenta com sobreposições virtuais** que destacam a biomecânica perfeita de um movimento, ou mostrar a linha do recorde mundial em tempo real na pista, permitindo que os fãs comparem o desempenho.
- **Estatísticas Detalhadas em Tempo Real:** Fornecer dados granulados como a frequência cardíaca de um corredor, sua velocidade em cada segmento da pista ou projeções de recordes em tempo real para os espectadores, aumentando o nível de detalhe e imersão.

Desafios e Considerações Éticas na Aplicação da IA nos Esportes

Embora as oportunidades sejam vastas, a integração da IA nos esportes não está isenta de desafios e dilemas éticos que exigem atenção:

- **Viés e Discriminação:** Os modelos de IA são tão bons quanto os dados que os alimentam. Se os dados forem tendenciosos (por exemplo, focando apenas em certos tipos de atletas ou estilos de jogo), a IA pode perpetuar ou até amplificar esses vieses.

- **Privacidade e Segurança dos Dados:** A coleta massiva de dados biométricos, de desempenho e pessoais de atletas levanta sérias questões de privacidade e segurança. Quem possui esses dados? Como eles são protegidos?
- **Erosão do "Elemento Humano":** A dependência excessiva da IA pode, paradoxalmente, diminuir a intuição dos treinadores, a espontaneidade dos atletas e a imprevisibilidade que torna o esporte tão cativante.
- **Disparidade de Recursos:** Acesso a tecnologias de IA avançadas pode criar uma divisão entre equipes e nações ricas e pobres, exacerbando desigualdades competitivas.
- **Regulamentação e Fair Play:** Como garantir que o uso da IA não leve a uma vantagem injusta? É necessário estabelecer diretrizes claras para o que é permitido (e não permitido) no uso da IA em competições. A ética em áreas como a detecção de doping ou arbitragem automatizada também é crucial.
- **Impacto no Emprego:** A automação de tarefas de análise e scouting pode impactar as funções de analistas, olheiros e até mesmo assistentes técnicos, exigindo requalificação profissional.

Conclusão

A Inteligência Artificial, e em particular a Generativa, está pavimentando o caminho para uma nova era no esporte: uma era de desempenho otimizado, estratégias mais inteligentes e uma experiência de fã mais rica. Embora os desafios sejam reais e as discussões éticas complexas, o potencial para elevar o esporte a novos patamares é inegável. A colaboração entre tecnólogos, atletas, treinadores e órgãos reguladores será fundamental para garantir que essa revolução tecnológica beneficie a todos, preservando a essência e a paixão que fazem dos esportes o que são.

A IA no Cotidiano das Pessoas em 2025: Uma Presença Cada Vez Mais Integrada

Em 2025, a Inteligência Artificial, e em particular a **Inteligência Artificial Generativa (IAG)**, deixou de ser um conceito de ficção científica para se tornar uma parte intrínseca do nosso dia a dia. Sua capacidade de aprender, criar e interagir de formas cada vez mais naturais está remodelando a maneira como trabalhamos, nos comunicamos, consumimos e até mesmo como cuidamos da nossa saúde e bem-estar. Não se trata apenas de automação, mas de uma verdadeira **cocriação e otimização** de experiências humanas.

O Que a IA Traz para o Dia a Dia em 2025?

A IAG está se manifestando na vida das pessoas de maneiras sutis e, por vezes, transformadoras:

- **Criação de Conteúdo Acessível:** A capacidade de gerar textos, imagens, vídeos e até músicas de forma rápida e com alta qualidade democratizou a criação. Pessoas comuns, sem habilidades técnicas avançadas, podem agora produzir conteúdo visual para redes sociais, escrever resumos ou criar designs, tornando a IA uma "companheira criativa".
- **Interações Mais Naturais:** Assistentes virtuais (como Siri, Alexa e Google Assistant) estão mais inteligentes, compreendendo melhor o contexto, o humor e as preferências do usuário. Chatbots em atendimento ao cliente oferecem respostas mais fluidas e personalizadas, resolvendo problemas complexos sem a necessidade de intervenção humana em muitos casos.
- **Personalização Ubíqua:** Desde recomendações de produtos em plataformas de e-commerce e sugestões de filmes em serviços de streaming, a IA personaliza nossa experiência de consumo. Em 2025, essa personalização se estende a planos de estudos, rotinas de exercícios e até mesmo a conteúdos noticiosos, adaptados aos interesses individuais.
- **Otimização de Tarefas e Produtividade:** A IA auxilia na organização de agendas, resumo de longos documentos, tradução em tempo real em reuniões virtuais e na gestão de projetos. Isso libera tempo para que as pessoas se concentrem em atividades mais estratégicas, criativas ou que exijam empatia humana.
- **Assistência no Bem-Estar e Saúde:** Aplicativos de saúde usam IA para monitorar padrões de sono, atividade física e dieta, oferecendo insights e recomendações personalizadas. Em um desenvolvimento notável, a IAG também está sendo explorada em aplicações de terapia por chatbot e companheirismo virtual, respondendo a uma demanda crescente por apoio emocional e psicológico.
- **Mobilidade Inteligente:** Em 2025, a IA já está profundamente integrada em sistemas de navegação e trânsito (como Waze e aplicativos de transporte), otimizando rotas, prevendo engarrafamentos e até mesmo permitindo relatos de voz de acidentes. Veículos com funcionalidades de assistência ao motorista, impulsionadas por IA, tornam a direção mais segura e eficiente.
- **Avanços no Entretenimento:** Além da criação de conteúdo, a IA está presente na melhoria de efeitos visuais em filmes, na geração de jogos mais imersivos e na personalização de experiências em plataformas de jogos e mídia.

Desafios e Reflexões no Cotidiano com a IA

Embora os benefícios sejam notáveis, a presença crescente da IA no cotidiano em 2025 também levanta questões importantes:

- **Veracidade e Desinformação:** A facilidade de gerar conteúdo realista (textos, imagens, vídeos) torna o desafio da desinformação ainda mais complexo. A capacidade de discernir o que é real ou gerado por IA torna-se uma habilidade crucial.
- **Privacidade de Dados:** A coleta massiva de dados para personalizar experiências e treinar modelos de IA intensifica as preocupações com a privacidade e segurança das informações pessoais.
- **Impacto no Mercado de Trabalho:** Enquanto a IA automatiza tarefas repetitivas, ela também exige novas habilidades dos profissionais. A requalificação e a capacidade de colaborar com a IA são essenciais para se adaptar a um mercado de trabalho em constante evolução.
- **Dependência e Perda de Habilidades:** A conveniência da IA pode levar à terceirização de certas capacidades cognitivas, como o pensamento crítico e a tomada de decisões sem auxílio tecnológico.
- **Questões Éticas e Sociais:** A crescente interação com agentes de IA, inclusive para companheirismo, levanta debates sobre a natureza das relações humanas e a busca por propósito em uma vida cada vez mais mediada pela tecnologia. **Equidade de Acesso:** A disparidade no acesso à internet e às tecnologias de IA pode aprofundar as desigualdades sociais e digitais.

Conclusão

Em 2025, a IA não é mais uma promessa distante, mas uma parceira presente, moldando nossas interações, otimizando nossas tarefas e personalizando nossas experiências. O desafio reside em como, coletivamente, garantiremos que essa poderosa ferramenta seja utilizada de forma ética e responsável, maximizando seus benefícios e minimizando seus riscos para um futuro mais próspero e inclusivo.

Referências e materiais complementares

Nesta seção, reunimos sugestões de leituras, vídeos e ferramentas que podem complementar o aprendizado sobre os Impactos da Inteligência Artificial nos Esportes. A proposta é oferecer fontes confiáveis, acessíveis e atualizadas para estudantes de diferentes áreas.

1. Visões Gerais e Impacto Geral da IA no Esporte

- **Liu, R., & Cui, H.** (2024). *Exploring the Application of Artificial Intelligence in the Olympic Movement.* Frontiers in Sport Research, 6(6), 120-125.
  - *Relevância:* Oferece uma visão ampla sobre oportunidades e desafios da IA no contexto olímpico, que é aplicável ao atletismo.
- **Coursera Staff.** (2025, June 3). *How Is AI Being Used in Sports Analytics Today?* Coursera.
  - *Relevância:* Um artigo recente que resume as aplicações atuais da IA na análise de desempenho, otimização de estratégia e prevenção de lesões em esportes em geral.
- **Sarlis, V., et al.** (2021). *A Data Science approach analysing the Impact of Injuries on Basketball Player and Team Performance.* Information Systems, 99, 101750.
  - *Relevância:* Embora um pouco mais antigo, este artigo específico para basquete aborda a análise de dados para impacto de lesões, uma área crucial impulsionada pela IA.

2. Análise de Desempenho e Prevenção de Lesões (específicos por esporte)

Para Basquete (NBA)

- **"10 Ways AI Is Being Used In Basketball & NBA [2025]".** (Publicado em DigitalDefynd, com foco em previsões para 2025).
  - *Relevância:* Traz exemplos diretos de sistemas de câmera AI para replay 3D, modelos de risco de lesões e automação de destaques.
- **Yu, S., & Liu, J.** (2020). *Automatic Detection of Image Features in Basketball Shooting Teaching Based on Artificial Intelligence.* e-Learning, e-Education, and Online Training, 340, 165-175.
  - *Relevância:* Foca na aplicação da IA para melhorar a técnica de arremesso, um aspecto chave do desempenho.

Para Futebol Europeu

- **"Evaluating the Predictive Performance of AI in Football Match Forecasting: A Statistical and Comparative Analysis Across European Leagues".** (ResearchGate, 2025).
  - *Relevância:* Aborda a capacidade preditiva da IA em resultados de jogos, crucial para estratégias de apostas e análise de desempenho.
- **"Can artificial intelligence revolutionize soccer tactical analysis?".** (TRENDS in Sport Sciences).

  - *Relevância:* Discute o papel da IA na análise tática do futebol, incluindo reconhecimento de padrões e tomada de decisão em tempo real.

Para Atletismo Olímpico

- **"Olympic AI agenda: we need collaboration to achieve evolution.".** (PMC, 2024).
  - *Relevância:* Um documento importante que discute como a IA pode aumentar o nível competitivo dos atletas e otimizar a gestão do treinamento no movimento olímpico.
- **"AI-Olympics: Exploring the Generalization of Agents through Open Competitions.".** (arXiv, 2024).
  - *Relevância:* Embora mais técnico, explora como a IA pode ser usada para modelar e otimizar o desempenho em contextos de competição, relevante para o treinamento de atletas.

3. Estratégia e Tomada de Decisão

- **Coursera Staff.** (2025, June 3). *How Is AI Being Used in Sports Analytics Today?* Coursera.
  - *Relevância:* Detalha como a IA otimiza a estratégia de jogo e a tomada de decisões em tempo real para técnicos e gerentes.
- **"7 Innovative AI-Driven Strategies Revolutionizing Sports Analytics Today".** (Number Analytics, 2025).
  - *Relevância:* Oferece uma visão prática de como a IA está sendo usada para otimizar estratégias em diversos esportes, com referências acadêmicas a publicações de 2023.
- **"ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SPORTS: A REVOLUTIONARY TECHNOLOGY THAT MUST BE HANDLED WITH CARE.".** (SciELO).
  - *Relevância:* Embora com foco mais amplo, discute como a IA auxilia treinadores com informações precisas e conselhos, e também os aspectos éticos da dependência da IA.

4. Engajamento de Fãs e Mídia

- **"How AI is Used for Fan Engagement in Sports.".** (Requestum).
  - *Relevância:* Explica como a IA personaliza conteúdo, interações e melhora a lealdade dos fãs, citando a NBA como um exemplo de sucesso.
- **"AI's Influence in the Sports Media Industry.".** (Scholar Commons, 2024).

– *Relevância:* Aborda o impacto da IA na criação de conteúdo, análise e engajamento nas mídias esportivas, incluindo as implicações éticas.